



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



500
7159

192.3

Library of the Museum

OF

COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.

~~~~~

The gift of the "Société Vaudoise  
des Sciences Naturelles"

No. 4330.

Nov. 7. 74. Oct 28. 78 Jan. 31. 1881. bound.







**SOCIÉTÉ VAUDOISE**  
**DES**  
**SCIENCES NATURELLES**

---

*Lausanne. — Imprimerie Ed. Allenspach fils.*

---

**BULLETIN**  
**DE LA**  
**SOCIÉTÉ VAUDOISE**  
**DES**  
**SCIENCES NATURELLES**

publié sous la direction du Comité  
par M. L. DUFOUR.



**Volume XIII.**  
**N<sup>os</sup> 72, 73 et 74.**



**LAUSANNE**  
**LIBRAIRIE ROUGE ET DUBOIS, RUE HALDIMAND, 4**

*sm*  
**1874-1875**

N° 72 publié en juin 1874 . . . . prix fr. 6 —  
N° 73   "   décembre 1874. . .   "   " 3 —  
N° 74   "   mai 1875 . . . . . "   " 5 —  
Complément ( p. 719-742 ) publié en décembre 1875, N° 75.

---

*Prix du volume XIII :*

**Fr. 14.**

---

## LIVRES ACHETÉS EN 1874.

---

- AD. WURTZ. — Dictionnaire de chimie pure et appliquée ; 16 fascicules jusqu'à II vol., p. 920.
- H.-W. DOWE. — Das Gesetz der Stürme in seiner Beziehung zu den allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre ; 4<sup>te</sup> Aufl. Berlin, 1873.
- H. BUFF. — Lehrbuch der physikalischen mechanik in zwei Theilen. Theil I und II erste und zweite Abtheilung.
- V. FATIO. — Faune des Vertébrés de la Suisse ; vol. I. Histoire naturelle des Mammifères, 1869 ; — vol. III. Reptiles et Batraciens, 1872.
- C.-W. THOMSON. — The Depths of the Sea. An account of the general results of the dredging cruises of H. M. S. S. Porcupine and Lightning during the Summers of 1868, 1869 and 1870, etc.

*Livres et brochures provenant de l'achat de la bibliothèque de de Charpentier.*

- Dictionnaire des Sciences naturelles, par plusieurs professeurs du Jardin du roi ; 60 vol. in-8. Paris et Strasbourg, 1816-1830.
- B. STUDER. — Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie ; 1 vol. Bern, Chur und Leipzig 1844.
- J.-F. DAUBUISSON. — Des mines de Freiberg et de leur exploitation ; 3 vol. in-8. Leipzig, 1802.
- D'ARCHIAC. — Histoire des progrès de la géologie de 1834 à 1852 ; 5 vol. in-8. Paris, 1847-1853.
- DE DIETRICH. — Description des gites de minerais, des forges et des salines des Pyrénées ; 2 vol. in-4<sup>o</sup>. Paris, 1786.
- LEONHARD. — Charakteristik der Felsarten ; 1 vol. in-8. Heidelberg, 1823.
- GRUTHUISEN. — Kritik der neuesten Theorien der Erde ; 1 vol. in-8. Landshut, 1838.
- HAÜY. — Tableau comparatif des résultats de la cristallographie et de l'analyse chimique ; 1 vol. in-8. Paris, 1809.



- A. BEYERN. — *Grundlicher Unterricht von Berg-Bau, nach Anleitung der Marckscheider-Kunst, etc.*; 1 vol. in-folio. Schneeberg, 1749.
- A. BRONGNIART. — *Mémoire sur les terrains de sédiment supérieurs calcaréo-trappéens du Vicentin, etc.*; 1 vol. in-4° pl. Paris, 1823.
- PALASSOU. — *Essai sur la minéralogie des monts Pyrénées*; 1 v. in-4° pl. Paris, 1784.
- HERM. VON MEYER. — *Palæologica zur Geschichte der Erde und ihrer Geschöpfe*; 1 vol. in-8. Frankfurt a/M, 1832.
- LAMPADIUS. — *Handbuch der allgemeine Hüttenkunde*; 3 vol. in-8 pl. Göttingen, 1801-1805.
- CH. ZIMMERMANN. — *Das Harzgebirge in besonderer Beziehung auf Natur- und Gewerbskunde*; 1 vol. in-8. Darmstadt, 1834.
- HAÜY. — *Traité des caractères physiques des pierres précieuses pour servir à leur détermination lorsqu'elles ont été taillées*; 1 vol. in-8 254 p. pl. Paris, 1817.
- DE HUMBOLDT. — *Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux hémisphères*; 1 vol. in-8, 380 pages. Paris, 1823.
- E. DE BEAUMONT. — *L'Etna et les environs de Naples*; 1 vol. 8°, 420 p. pl. Paris, 1838.
- C.-F. NAUMANN. — *Lehrbuch der Geognosie*; 2 vol. in-8, env. 2,100 p., 306 fig. Leipzig, 1850-54.
- J.-F. SCHNIKE. — *Bergmännischer Wörterbuch*; 1 vol. in-8, 630 p. Chemnitz, 1778.
- FOSTER and WHITNEY. — *Report of the Geology and Topographie of a portion of the Lake superior*; in-8, 224 p., fig., cart. Washington, 1850.
- J.-A.-H. LUCAS. — *Tableau méthodique des espèces minérales*; 2 vol. in-8, env. 900 p. Paris, 1806.
- DAUBRÉE. — *Description géologique et minéralogique du département du Bas-Rhin*; in-8, 500 p., pl. Strasbourg, 1852.
- SILBERSCHLAGS. — *Geogenie oder Erklärung der mosaichen Erderschaffung*, in-4°, 194 p., pl. Berlin, 1780.
- J. THURMANN. — *Essai de phytostatique appliqué à la chaîne du Jura*; 2 vol. in-8, 800 p. Berne, 1849.
- SAVI e MENECHINI. — *Osservazioni stratigrafiche e paleontologiche concernenti la geologia della Toscana*; in-8, 245 p. Firenze, 1851.
- CUVIER et BRONGNIART. — *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris*; in-4°, 278 p. Paris, 1811.

- ÉLIE DE BEAUMONT. — Notice sur les systèmes de montagnes ; 3 vol. in-8, 1540 p. Paris, 1852.
- H. v. DECHEN. — Geognostische Beschreibung des Siebengebirges am Rhein ; 1 v. in-8, 275 p. Berne, 1852.
- K.-C. v. LEONHARD. — Hütten-Erzeugnisse als Stützpunkte geologischer Hypothesen ; in-8, 52 p. Stuttgart, 1852.
- Id. — Handbuch der Oryktognosie ; in-8, 720 p., 7 pl. Heidelberg, 1821.
- D'AUBUISSON. — Traité de géognosie ; 2 vol. in-8, env. 1200 p. Strasbourg et Paris, 1819.
- Bureau des longitudes.* — Annuaire, 6 années : 1826-1829, 1833 et 1835.
- BLOCH. — Naturgeschichte der Fische Deutschlands und des Auslands ; 6 vol. in-8, env. 1500 p., 216 fig. color. Berlin, 1783 à 1787.
- Notizie naturali e civili su la Lombardia ; in-8, 492 p., pl. Milano, 1844.
- BERZÉLIUS. — Essai sur la théorie des proportions chimiques ; in-8, 120 p. Paris, 1819.
- BEUDANT. — Essai d'un cours élémentaire et général des sciences physiques ; in-8, 572 p., pl. Paris, 1821.
- WÖHLER. — Grundriss der unorganischen und organischen Chemie ; in-8, 470 p. Berlin, 1841-42.
- G. BISCHOF. — Die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers ; in-8, 512 p., fig. Leipzig, 1837.
- KÄMTZ. — Lehrbuch der Meteorologie ; 8 v. 8°, env. 1500 p., pl. Halle, 1834-1836.
- J. GIRARDIN. — Leçons de chimie élémentaire appliquée aux arts industriels ; 3<sup>e</sup> édit., 2 vol. in-8, 1054 p. Paris, 1846.
- C. BONAPARTE. — Catalogo metodico dei pesci europei ; in-4°, 100 p. Napoli, 1846.
- Société du Muséum d'histoire naturelle de Strasbourg.* — Mémoires in-4°, 4 tomes en 5 vol. 18.-1853. — Le tom. 1<sup>er</sup> contient les soulèvements jurassiques de Thurmann.
- T.-W.-C. MARTIUS. — Grundriss der Pharmakognosie des Pflanzenreiches ; in-8, 460 p. Erlangen, 1832.
- E. DE BEAUMONT. — 1<sup>o</sup> Mémoire sur les groupes du Cantal, du Mont-d'Or ; in-8, 94 p., pl. Paris, 1833.
- 2<sup>o</sup> Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans ; in-8, 64 p., pl. Paris, 1834.
- 3<sup>o</sup> Sur quelques points de la question des cratères de soulèvement ; in-8, 154 p. Paris, 1831.

- DUFRENOY. — Mémoire sur les terrains tertiaires du bassin du midi de la France ; in-8, 190 p., pl. Paris, 1836.
- Académie nationale des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse.* — Mémoires ; 3 vol. in-8, 1851-53.
- JARDINE, SELBY et JOHNSTON. — Magazine of Zoology and Botany ; vol. I et II, in-8, 1837-1838.
- V. FICHEL. — Mineralogische Bemerkungen von den Karpathen ; 2 vol. in-8, 730 p. Wien, 1791.
- MEISNER. — Annalen der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften ; in-8. Bern, 1824.
- A. BOUÉ. — 1<sup>o</sup> Mémoire géologique sur le sud-ouest de la France ; in-8, 129 p., pl. Paris, 1824.
- 2<sup>o</sup> Mémoire sur les terrains secondaires du versant nord des Alpes allemandes ; in-8, 45 p. Paris, 1824.
- 3<sup>o</sup> Mémoire géologique sur les terrains secondaires du sud-ouest de l'Allemagne ; in-8, 32 p., pl. Paris, 1826.
- BROCHANT. — 1<sup>o</sup> Observations géologiques sur des terrains de transition de la Tarentaise ; in-8, 62 p. 1808.
- 2<sup>o</sup> Observations sur les terrains de gypse ancien qui se rencontrent dans les Alpes ; in-8, 46 p., pl. 1817.
- L.-A. NECKER. — Lettre sur les filons granitiques et porphyriques de Valorsine, etc., in-8, 31 p. Genève, 1826.
- W. BUCKLAND. — On the Structure of the Alps and adjoining Parts of the Continent ; in-8, 20 p. London, 1821.
- HEIDELBERGER. — Jahrbücher der Litteratur. — Beudant, Voyage en Hongrie. 1824.
- A. GOTTL. WERNER's letztes Mineral-System ; in-8, 58 p. Freyberg und Wien, 1817.
- A. KÖLLIKER. — Verzeichniss der Phanerogamischen Gewächse des Cantons Zürich ; in-12, 156 p. Zurich, 1839.
- G.-F. REUTER. — Catalogue raisonné des plantes qui croissent naturellement aux environs de Genève ; in-12, 138 p. Genève, 1832.
- J.-K. MALY. — Flora styriaca ; in-12, 160 p. Grætz. Leipzig, 1838.
- SAVI. — Memorie per servire allo stutio della costituzione fisica della Toscana ; in-8, 120 p., pl. Pisa, 1839.
- E. DE BEAUMONT. — Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe ; in-8, 314 p., pl. 1 29-1830.
- J.-A.-H. LUCAS. — De la minéralogie ; in-8, 86 p. Paris, 1818.
- L.-A. NECKER. — De la minéralogie considérée comme une branche de l'histoire naturelle, et esquisse d'une classification naturelle ; in-8, 32 p. Genève, 1832.

- F. SORET. — Mémoire sur la pictite ; in-8, 16 p., pl. Genève, 1822.
- A. BRONGNIART. — 1<sup>o</sup> Essai d'une classification minéralogique des roches mélangées ; in-8, 48 p. Paris, 1813.  
 2<sup>o</sup> De l'arkose. Caractères minéralogiques et géognostiques de cette roche ; in-8, 50 p. Paris, 1826.  
 3<sup>o</sup> Rapport à l'Académie des sciences sur un mémoire d'Elie de Beaumont, concernant l'ancienneté relative des différentes chaînes de montagnes d'Europe ; in-8, 19 p., 1819.
- E. DE BEAUMONT. — 1<sup>o</sup> Sur un gisement de végétaux fossiles au col du Chardonnet ; in-8, 30 p., pl.  
 2<sup>o</sup> Sur un gisement de végétaux fossiles et de bélemnites à Petit-Cœur (Moutiers) ; in-8, 26 p., 1828.  
 3<sup>o</sup> Notice sur les salines de Bex ; in-8, 24 p.  
 4<sup>o</sup> Notice sur les minerais de fer et les forges de Framont et de Rothau ; in-8, 34 p.  
 5<sup>o</sup> De l'âge relatif des montagnes ; in-8, 56 p., pl. 1829-1830.  
 6<sup>o</sup> Terrains secondaires du système des Vosges ; in-8, 200 p. 1828.
- J. NÖGGERATH. — Ueber aufrecht im Gebirgsgestein eingeschlossene fossile Baumstämme ; in 8, 66 p. Bonn, 1819.
- T.-A. CATULLO. — 1<sup>o</sup> Trattato sopra la costituzione geognostica fisica dei terreni alluviali o postdiluviani delle province venete ; in-8, 466 p. Padova, 1844.  
 2<sup>o</sup> Geognosia dei massi erratici ; in-8, 10 p.  
 3<sup>o</sup> Osservazioni nelle rocce levigate delle Alpi venete ; in-8, 6 p.
- MOQUIN-TANDON. — *Chenopodearum monographica enumeratio* ; in-8, 182 p. Parisiis, 1840.
- E. MEYER. — *Plante Capense* ; in-8, 381 p. 1835.
- J. COMOLLO. — *Prodromus floræ provinciae Comensis* ; in-8, 230 p. Novo-Comi, 1824.
- G. MORETTI. — *Prodromo di una monografia delle specie del genere Morus* ; in-8, 22 p. Milano, 1842.
- E. BOISSIER et G. REUTER. — *Diagnoses plantarum novarum hispanicarum præsertim in Castella nova lectarum* ; in-8, 28 p. Geneva, 1842.
- J. GAY. — *Erysimorum quorundam novorum diagnoses simulque erysimi muralis descriptionem præmittit monographiam generis editurus* ; in-8, 16 p. 1842.
- DEMATRA. — *Essai d'une monographie des rosiers indigènes du canton de Fribourg* ; in-12, 8 p. Fribourg, 1818.
- LASSÈGUE. — *Cabinet de Benjamin Delessert* ; in-8, 8 p.

- A. DE CANDOLLE. — Second mémoire sur la famille des Myrsinées; in-8, 48 p., pl. 1841.
- S<sup>r</sup> GATTESCHI. — Elogio di Leonardo da Vinci; in-8, 20 p. Firenze, 1841.
- ACH. DE ZIGNO. — Sulla giacitura dei terreni di sedimento del Trivigiano; in-8, 16 p., pl. Padova, 1844.
- F. PASSERINI. — Sopra i minerali e rocce di Vincigliata presso Fiesole; in-8, 5 p. Padova, 1841.
- FERD. FONSECA. — Osservazioni geognostiche sul Vulture; in-8, 56 p. Napoli, 1846.
- ANT. e GIOV.-BATT. VILLA. — Sulla costituzione geologia e geognostica della Brianza e segnatamente sul terreno cretaceo; in-8, 46 p., pl. Milano, 1844.
- LOR. PARETO. — 1<sup>o</sup> Osservazioni geologiche dal Monte Amiata a Roma; in-8, 52 p., pl. Roma, 1844.  
 2<sup>o</sup> Sulla costituzione geognostica della Capraja e della Gorgona, in-8, 20 p., pl.  
 3<sup>o</sup> Sulla costituzione geologica delle isole di Pianosa, Giglio, etc.; in-8, 20 p., pl. Pisa, 1845.
- P., C. Y. S. — Sulle belemnite d'Entratico; in-8, 23 p., pl. Bergamo, 1846.
- LEOP. PILLA. — Descrizione dei caratteri del terreno Etrurio; in-8, 34 p., pl. Pisa, 1846.
- G. MENEGHINI. — Rapporto scientifico sul combustibile fossile di Raveo in Carnia; in-8, 29 p. Padova, 1846.
- ANT. VILLA. — Degli insetti carnivori adoperati a distruggere lespecie dannose all' agricoltura; in-8, 36 p., fig. col. Milano, 1845.
- Id. — Rivista analitica delle obiezioni pubblicate dai Sign. Bassi e Bellani sulle memorie intorno gli insetti carnivori; in-8, 23 p. Milano, 1846.
- G. STABILE. — Intorno ad un articolo di Carlo Bassi sugli insetti carnivori; in-8, 7 p. Milano, 1846.
- AGOSTO BASSI. — 1<sup>o</sup> Sulla coltura dei celsi.  
 2<sup>o</sup> Migliore metodo di fare e conservare lungamente i vini.  
 3<sup>o</sup> Dei contagi in generale specialmente di quelli che affliggono l' umana specie; in-8, 57 p. Lodi, 1844.
- V. ANTINORI. — Sull' archivio meteorologico centrale italiano; in 8 16 p. 1844.
- V. BARELLI. — Sulla necessita della istituzione delle scuole speciali di mineralogia e mineralurgia in Italia; in-8, 15 p. Firenze, 1841.

- GOETHE. — Zur Morphologie. Die Metamorphose der Pflanzen; in-8, 128 p. 1817. — Zur Naturwissenschaft, überhaupt, 32 p.
- Id. — Zur Kenntniss der böhmischen Gebirge; in-8, 30 p. 1817.
- F.-G. WALLROTH. — Orobanches generis. Francofurti ad M. 1825; in-8, 80 p.
- PH. BARKER WEBB. — Iter Hispaniense or a Synopsi's of Plants collected in the Southern provinces of Spain and in Portugal; in-8, 80 p. Paris, 1838.
- Bulletin botanique.* — Mars-mai 1830; janvier-février 1832. Organisation des tubercules du sol. tuberosum. — Culture du mûrier en prairie, etc.
- X. WYDLER. — Notice sur quelques Orchidées devenus accidentellement triandres; 6 p., pl. Genève, 1832.
- Id. — Notice concerning Mr Drummond's collections, made in the southern and western parts of the United-States; 8°, 11 p. 1832.
- Botanical Society of Edinburgh.* — First annual Report. 1836-1837; in-8, 54 p.
- SHUTTLEWORTH. — Nouvelles observations sur la matière colorante de la neige rouge; in-8, 24 p., pl. Genève, 1840.
- Allgemeine botanische Zeitung.* — Nos 5-8. 1838. 60 p. in-12.
- J.-F. DRÈGE. — Catalog sud-afrikanischer getrockneter Pflanzen. Hamburg, 1840.
- SAUVANAU. — Recherches analytiques sur la composition des terres végétales des départements du Rhône et de l'Ain; in-8, 60 p. Lyon, 1845.
- J. GAY. — Holostei, caryophyllearum alsinearum generis monographia; in-8, 24 p., pl. Parisiis, 1845.
- C. DES MOULINS. — 1° Etat de la végétation sur le Pic du midi de Bigorre, au 17 octobre 1840; in-8, 112 p.  
2° Note sur le *Sisymbrium bursifolium* de Lapeyrouse; in-8, 24 p. Bordeaux, 1843.
- ALBIN GRAS. — Statistique botanique du département de l'Isère, ou guide du botaniste dans ce département; in-8, 192 p. 1844.
- A. DE LA RIVE. — Notice sur la vie et les ouvrages de A.-P. Candolle; 1844, in-8, 148 p.
- R.-J. SHUTTLEWORTH. — Botanical Excursion to the Alps of the Valais, in August 1835; in-8, 75 p.
- J.-G. TROG. — Verzeichniss schweizerischer Schwämme; in-8, 76 p.

- J. GRÆBERG. — Degli ultimi progressi della geografia ; 1° settembre 1840, in-8, 44 pp. Milano, 1841;—2° settembre 1841, in-8, 58 p.
- Accademia di Padova.* — Belazioni delle memorie ; in-8, 150 p. 1840-42.
- ANT. PIAZZA. — Breve ragguaglio delle collezioni sacre alle glorie patrie, ed alle belle arti di Padova ; in-8, 129 p., 1842.
- C.-L. BONAPARTE. — Osservazioni sullo stato della zoologia in Europa in quanto ai vertebrati nell'anno 1840-1841 ; in-8, 51 p. Firenze, 1842.
- Accademia Valdarnese del Poggio.* — Memorie scientifiche ; 8°, 100 p.
- II.-B. GEINITZ. — 1° Ueber einige Petrefakte des Zechsteins und Muschelkalkes ; in-8, 5 p. 1842.  
2° Ueber Graptolithen ; in-8, 5 p., pl. 1842.
- C. DES MOULINS. — Révision de quelques espèces de Pleurotomes ; in-8, 80 p. Bordeaux, 1842.
- d'OMALIUS D'HALLOY. — Coup d'œil sur la géologie de la Belgique ; in-8, 132 p., cart. Bruxelles, 1842.
- EM. REPETTI. — Pieve-Santo-Stefano nella valle superiore del Terere ; in-8, 13 p.
- GIROL. GUIDONI. — Sul cinabro o mercurio solfurato di Ripa nel vicariato di Pietrasanta in Toscana ; in-8, 16 p.
- VAL. CATULLO. — 1° Reclami ed osservazioni concernenti la geognosia delle Alpi venete ; in-8, 21 p. Padova, 1842.  
2° Catalogo delle specie organiche fossili raccolte nelle Alpi venete ; in-8, 31 p. Padova, 1842.  
3° Nota sopra alcuni fatti attinenti alla geognosia delle Alpi venete ; in-8, 13 p.  
4° Nota id. ; in-8, 8 p.
- ACH. DE ZIGNO. — Sulla giacitura dei terreni di sedimento del Trivigiano ; in-8, 16 p., pl. Padova, 1841.
- P. MARASCHINI. — Sulle formazioni delle rocce del Vicentino ; in-8, 226 p., pl. Padova, 1824.
- H. LECOQ. — Promenade en Italie ; in-8, 40 p. Clermont, 1848.
- ANT. VILLA. — Osservazioni entomologiche durante l'eclisse del 9 ottobre 1847 ; in-8, 6 p. Milano.
- C. PORRO. — Dei modi di publicata adoperati dai congressi italiani ; in-8, 12 p. 1844.
- S. BAUP. — 1° Sur l'acide de l'Equisetum fluviatile et sur quelques aconitates ; in-8, 13 p. Paris.  
2° Détermination barométrique de l'altitude de plusieurs localités de Vaud, Fribourg et Valais ; in-8, 12 p. 1850

- C. v. FISCHER-OOSTER. — Ueber Vegetationsgrenzen und Temperaturverhältnisse in den Alpen; in-8, 31 p., pl. Bern, 1848.
- FERD ZUPPINGER. — Découverte de la véritable cause de la maladie de la pomme de terre, etc.; in-8, 34 p. Lausanne, 1847.
- DOMAEJET. — Nouveau recueil de faits et observations sur les eaux de Challes en Savoie; in-8, 80 p. Chambéry, 1845.
- J. ROEPER. — De floribus et affinitatibus Balsaminæorum; in-8, 70 p. Basileæ, 1830.
- RAPIN. — Esquisse de l'histoire naturelle des Plantaginées; 8°, 55 p. Paris, 1827.
- N.-S. SERINGE. — 1° Essai d'une monographie des saules de la Suisse; in-8, 100 p., pl. Berne, 1815.  
2° Bulletin botanique; notices originales et extraits; in-8, 114 p., pl. Genève, 1830.
- AUG. MONNIER. — Essai monographique sur les Hieracium et quelques genres voisins; in-8, 92 p., pl. Nancy, 1829.
- J. GAY. — Observations sur deux mémoires de botanique publiés en Italie (Crocus, Safrans); in-8, 30 p. 1827.
- Id. — Verzeichniss der Obst-Sorten in der Systematischen Obstbaumschule im Königl. Sächsischen grossen Garten bei Dresden; in-8, 124 p., 1819.
- J.-S. KECHT. — Der verbesserte praktische weinbau in Garten und vorzüglich auf Weinbergen; in-8, 66 p., pl. Berlin, 1823.
- A. P. DE CANDOLLE. — 1° Essai élémentaire de géographie botanique; in-8, 64 p.  
2° Projet d'une Flore physico-géographique de la vallée du Léman; in-8, 16 p. Genève, 1821.
- DE CHESNEL. — Histoire de la rose chez les peuples de l'antiquité. Espèces cultivées, etc.; in-8, 174 p. Toulouse, 1820.
- L.-A. NECKER. — 1° Mémoire sur la vallée de Valorsine; in-4°, 37 p., pl., cart. Genève, 1828.  
2° Note sur un échantillon de cuivre hydrosiliceux; 4°, 8 p. Genève, 1828.
- F.-G. REUTER. — Notice sur une nouvelle espèce d'*Inula* trouvée aux environs de Genève; in-4°, 4 p., pl.
- A. BOUÉ. — Mémoire géologique sur l'Allemagne; 4°, 145 p. Paris, 1822.
- ALB. DE LA MARMORA. — Mémoire géologique sur l'île de Sardaigne; in-4°, 48 p., carte.
- J.-A. DE LUC. — Mémoire sur plusieurs espèces de roches éparées dans le bassin de Genève; in-4°, 30 p. Genève, 1830.



- VON BUCH. — Ueber die Ursachen der Verbreitung grosser Alpengeschiebe ; in-4°, 26 p. 1811.
- BORSON. — Note sur les dents du grand Mastodonte, trouvées en Piémont, etc. ; in-4°, 12 p., pl. 1822.
- L. RAMOND. — Mémoire sur l'état de la végétation au sommet du Pic du Midi de Bagnères ; in-4°, 94 p., 1826.
- L. CORDIER. — Essai sur la température de l'intérieur de la terre ; in-4°, 85 p. 1827.
- ZUMSTEIN. (J. DE LA PIERRE). — Voyage sur le Mont-Rose et première ascension de son sommet méridional ; 4°, 23 p., 1819.
- A. DE LA RIVE. — Recherches sur la cause de l'électricité voltaïque ; in-4°, 174 p., pl. Genève, 1836.
- HAÜY. — Sur les cymophanes des Etats-Unis ; in-4°, 32 p. Paris, 1847.
- C. DEVILLE. — Rapport sur les observations faites aux Antilles , à Ténériffe et aux Iles du Cap-Vert ; in-4°, 32 p. Paris, 1847.
- DELESSE. — Mémoire sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges ; gr. in-8, 20 p. Besançon , 1847.
- J. DELANOE. — Géogénie des minerais calaminaires de zinc, plomb et fer en gites irréguliers ; in-4°, 4 p. 1850.
- LEOP. PILLA. — Notice biographique, par H. Coquand ; in-8, 4 p. 1849.
- Id. — Distinzione del terreno etrusco tra piani secondari del mezzo giorno di Europa ; in-4°, 107 p., pl. Pisa, 1846.
- Id. — Sopra la produzione delle fiamme ne' vulcani e sopra le conseguenze che se ne possono tirare ; in-4°, 28 p., pl. Lucca, 1844.
- MORLOT. — Briefliche Mittheilungen an W. Haidinger ; in-8, 4 p., 1850.
- Id. — Ueber die geologischen Verhältnisse von Istrien mit Berücksichtigung Dalmatiens, etc. ; in-4°, 62 p., pl. cart. Wien, 1848.
- Id. — Ueber erratisches Diluvium bei Pitten ; in-4°, 18 p., pl. Wien, 1850.
- Id. — Ueber Dolomit und seine Künstliche Darstellung aus Kalkstein ; in-4°, 12 p., fig. Wien. 1847.
- STUDER. — Mémoire géologique sur la masse des montagnes, entre la route du Simplon et celle du Saint-Gothard ; in-4°, 31 p., pl., carte.

GIULIO CURIONI. — Sui terreni di sedimento inferiore dell'Italia settentrionale; in-4°, 28 p. 1845.

L. PARETO. — Cenni geognostici sulla Corsica; in-4°, 38 p., pl., carte.

ANG. SISMONDA. — Osservazioni geologiche sui terreni delle formazioni terziaria e cretacea in Piemonte; in-4°, 55 p., pl.

Id. — Notizie e schiarimenti sulla costituzione delle Alpi piemontesi; in-4°, 123 p., pl., carte.

ALB. DE LA MARMORA. — Observations géologiques sur les deux Baléares Majorque et Minorque; in-4°, 25 p., carte. Turin, 1834.

Id. — Catalogo provvisorio di una tripla raccolta geologica di rocce dell'isola di Sardegna; in-4°, 30 p. Genova, 1844.

TH.-ANT. CATULLO. — Osservazioni geognostico-zoologiche; due scritti pubblicati dalla Soc. geol. di Parigi 1838; 4°, 26 p., pl. Padova, 1840.

*Geological Society of London*. Transactions. Vol. I, Part. I; 4°, 174 p., pl. 1822.

L. v. BUCH. — Ueber Dolomit als Gebirgsart, in-4°, 56 p., pl. Berlin, 1823.

TH. WEAVER. — On the geological Relations of the South of Ireland; in-4°, 69 p., pl. 1835.

ANG. SISMONDA. — Osservazioni geologiche sulle Alpi marittime e sugli Apennini Liguri; in-4°, 54 p., pl. 1841.

SCHÖNBEIN. — Beobachtungen über den bei Elektrolyse des Wassers und dem Auströmen der gewöhnlichen Elektricität aus Spitzen sich entwickelnden Geruch; in-4°, 28 p. Basel, 1840.

K. FROMHERZ. — Die Jura-Formationen des Breisgaues; in-4°, 52 p., cart. Karlsruhe, 1838.

J. THURMANN. — Essai sur les soulèvements jurassiques; second cahier: Jura bernois; in-4°, 51 p., pl. Porrentruy, 1836.

(Le 1<sup>er</sup> cahier se trouve dans les Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg).

C. WARTMANN. — Recherches sur la conductibilité des minéraux pour l'électricité voltaïque; in-4°, 20 p. 1851.

MARTINS et GASTALDI. — Essai sur les terrains superficiels de la vallée du Pô, aux environs de Turin, comparés à ceux du bassin helvétique; in-4°, 44 p., carte.

G. BELLI. — Pensieri sulla consistenza e sulla densità della crosta solida terrestre; in-4°, 120 p. Milano, 1851.

H.-B. GEINITZ. — Das Quadergebirge oder die Kreideformation in Sachsen; in-4°, 44 p., pl. 1850.

TENORE. — Osservazioni della Flora di Teocrito et degli altri buccolici greci; in-4°, 7 p.

- GIULIO GASPARRINI. — Ricerche sulla natura della pietra fungaja e sul fongo vi soprannasce; in-4<sup>o</sup>, 48 p., pl. Napoli, 1841.
- A. P. DE CANDOLLE. — Mémoires sur la famille des Myrtacées; in-4<sup>o</sup>, 61 p., 22 pl.
- J. FRITZSCHE. — Beiträge zur Kenntniss der Pollen; in-4<sup>o</sup>, 48 p., pl. Berlin, 1832.
- J.-H. MORIS. — Stirpium Sardoarum elenchus; in-4<sup>o</sup>, 80 p. 1829.
- MURITH. — Le guide du botaniste qui voyage dans le Valais, avec un catalogue des plantes de ce pays et des environs; in 4<sup>o</sup>, 107 p. Lausanne, 1840.
- J. GAY. — Monographie des cinq genres de plantes que comprend la tribu des Lasioprétalées dans la famille des Buttnériacées; in-4<sup>o</sup>, 38 p., pl. Paris, 1821.
- A.-P. et ALPH. DE CANDOLLE. — Sixième notice sur les plantes rares cultivées dans le Jardin de Genève; in-4<sup>o</sup>, 24 p., pl. 1834.
- DE VERNEUIL et DESHAYES. — Mémoire géologique sur la Crimée, suivi d'observations sur les fossiles de cette péninsule; in-4<sup>o</sup>, 70 p., 6 pl. 1837.
- BORSON. — Saggio di orittografia piemontese; in-4<sup>o</sup>, 418 p., 17 pl. 1820.
- BUCKLAND. — On the occurence of the remains of Elephants and other Quadrupeds; in-4<sup>o</sup>, 20 p., pl.
- A. BRONGNIART. — Sur la classification et la distribution des végétaux fossiles; in-4<sup>o</sup>, 90 p., pl. Paris, 1822.
- Id. — Notice sur les végétaux fossiles traversant les couches du terrain houiller; in-4<sup>o</sup>, 15 p. 1821.
- TH. COULTER. — Mémoire sur les Dipsacées; in-4<sup>o</sup>, 50 p., pl. Genève, 1823.
- VON MARTIUS. — Beitrag zur Kenntniss der natürlichen Familie der Amarantaceen; in-4<sup>o</sup>, 110 p., carte.
- J. ROEPER. — Enumeratio Eurphorbiarum quæ in Germania et Pannonia gignuntur; in-4<sup>o</sup>, 68 p., pl. Gottingæ, 1824.
- J.-G.-CHR. LEHMANN. — Novarum et minus cognitarium stirpium pugillus tertius; in-4<sup>o</sup>, 58 p. Hamburgi, 1831.
- J.-P. VAUCHER. — Monographie des Prêles; in-4<sup>o</sup>, 64 p., 13 pl. Genève, 1822.
- A.-P. et ALPH. DE CANDOLLE. — Septième notice sur les plantes rares cultivées dans le Jardin de Genève; 55 p., 8 pl.
- DIETRICH. — Ueber die europäischen Arten der Gattung Gladiolus; in-4<sup>o</sup>, 35 p., fig. Berlin, 1832.

- DE CANDOLLE. — Mémoires sur la famille des Crucifères ; in-4°, 84 p., pl.
- Id. — Rapport sur les plantes rares ou nouvelles qui ont fleuri dans le Jardin botanique de Genève en 1822 et 1823 ; in-4°, 23 p.
- J. DE LA HARPE. — Essai d'une monographie des vraies Joncées ; in-4°, 91 p. 1825.
- J.-E. DUBY. — Mémoire sur le groupe des Céramiées ; in-4°, 26 p., pl. Genève, 1832.
- BADARO. — Osservazioni sopra diverse piante della Liguria occidentale e della Sardegna ; in-4°, 44 p., pl. 1824.
- REICHENBACH. — Conspectus regni vegetabilis per gradus naturales evoluti ; in-8, 296 p. Lipsiæ, 1828.
- J.-G. KURR. — Beiträge zur Fossilen Flora der Juraformation Wurhembergs ; in-4°, 48 p., pl. Stuttgart, 1846.
- J. MARCOU. — Notice sur la formation keupérienne dans le Jura salinois ; in-4°, 112 p., pl. Salins, 1846.
- A. FAVRE. — Observations sur les Dicerias ; in-4°, 30 p., 5 pl. Genève, 1843.
- A. D'ORBIGNY. — Considérations sur la géologie de l'Amérique méridionale ; in-4°, 39 p. 1843.
- AGASSIZ. — Notice sur quelques poissons fossiles de la province de Ceara, au Brésil ; in-4°, 10 p. 1844.
- C. DEVILLE. — Observations sur le tremblement de terre de la Guadeloupe le 8 février 1843 ; in-4°, 52 p. Basse-Terre, 1843.
- SCHÖNBEIN. — Ueber die Häufigkeit der Berührungswirkungen auf dem Gebiete der Chemie ; in-4°, 20 p. Basel, 1843.
- E. WARTMANN. — Mémoire sur le Daltonisme ; in-4°, 54 p. Genève, 1844.
- Société d'histoire naturelle de Paris.* — Mémoires, t. III, 1827-1828.
- HERDER. — Der tiefe Meissner Erbstollen ; in-4°, 240 p., pl. Leipzig, 1838.
- A. BRAUN. — Vergleichende Untersuchung über die Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen, als Einleitung zur Untersuchung der Blattstellung überhaupt ; in-4°, 206 p., pl. 1833.
- Allgem. Schweiz. Gesellschaft.* — Denkschriften, Bd. I, 1829-1833.
- Makereloun magnetical and meteorological Observations for 1845 and 1846 ; in-4°, 420 p., pl. Edinburgh, 1849.
- W. SCLAREK. — Der Naturforscher, Jahrgang 1870.

Milano e il suo territorio; in-8°, 2 vol. illust., 900 p., 1844.

Diario degli scienziati italiani; 2 vol. in-4°. Terza riunione in Firenze, 1841; quarta, in Padova 1842; sesta, in Milano 1844; ottavo congresso, in Genova 1846.

Atti delle riunioni; 3 vol. in-4°; terza, 800 p., pl. 1841; quarta, 700 p. 1843; sesta, 1054 p. 1844.

*Royal Society of Edinburgh.* — Transactions; in-4°, v. XVI. Part. 1-3, 5 (4 manque), 1845-1849; XX, 1849-1853; XXI. Part. 1-2, 1853-1855.

Id — Proceedings; in-8, nos 25-44, 1851-1854 (31, 32, 35 manquent).

FRANSCINI. — Statistique de la Suisse, ou tableau des forces naturelles et morales des 22 cantons; in-8, 6 livr., incomplet. Lausanne, 1853-1854.

J.-A. BERCHTOLD. — Abhandlung über das Massensystem der Natur als Grundlage der Masseinfectibilität aller civilisirten Nationen; in-8, 86 p. 1846.

DE COLLEGNO. — Mémoire sur les terrains stratifiés des Alpes lombardes; in-8, 30 p., pl.

Id. — Sur les terrains diluviens des Pyrénées; in-8, 60 p. 1843.

B. CORTA. — Gangstudien oder Beiträge zur Kenntniss der Erzgänge; in-8. Erster Band, 518 p., pl. Freiberg, 1850.

THURMANN. — Préavis de la Commission spéciale des mines du Jura adressé au Conseil exécutif du canton de Berne; in-8, 150 p. Porrentruy, 1854.

MARTINS, trad. par GASTALDI. — Ricerche sul Periodo glaciale; in-8, 84 p. Torino, 1851.

G. FRAUENFELD. — Ueber die Verwandlung der Gastropacha Lanestris; in-8, 5 p. 1848.

Id. — Ueber die Naturgeschichte des Kukuks; in-8, 5 p. 1848.

Id. — Ueber die Vertilger pflanzenschädlicher Insecten; in-8, 32 p. 1848.

Id. — Zur Naturgeschichte der Ichneumoniden; in-8, 5 p. 1849.

Id. — Natürliche Mittel zur Verkünderung übermässiger Raupenvermehrung; in-8°, 6 p. 1849.

Id. — Ueber insectenvertilgende Insecten; in-8, 10 p. 1849.

Id. — Beitrag zur Naturgeschichte der Fledermäuse; in-8, 5 p. 1848.

MORLOT. — Note sur la subdivision du terrain quaternaire en Suisse; in-8, 20 p., pl. Genève, 1855.

THURMANN. — Enumération des plantes vasculaires du district de Porrentruy ; in-8°, 54 p. Porrentruy, 1848.

FOURNET. — Sur les terrains anciens et secondaires du Languedoc ; in-8, 18 p. 1850.

Id. — Sur les recherches sur la distribution et sur les modifications de caractères de quelques animaux aquatiques du bassin du Rhône ; in-8, 120 p. 1853.

Id. — Aperçus sur diverses questions géologiques ; in-8, 21 p. 1849.

Id. — Note sur quelques résultats d'une excursion dans les Alpes ; in-8, 8 p. 1850.

Id. — Sur la Commission hydrométrique du bassin du Rhône ; in-8, 8 p.

Id. — Notes additionnelles aux Mémoires sur les silices farineuses ; in-8, 8 p.

Id. — Note sur le plomb molybdaté rouge de Chenelette ; in-8, 1 p.

G. FRAUENFELD. — Die Gallen. Versuch die durch Insecten an den Pflanzen, etc. ; in-8, 14 p. 1855.

E. DE BETTA. — Reptilia Europæ ; in-8, 29 p. Veronæ, 1853.

VON HAUER. — Ueber die Gliederung der Trias-Lias-und Jura-gebilde in den nordöstlichen Alpen ; in-4°, 70 p.

HÖRNES. — Sammlungen von Tertiärpetrefacten des Wienerbeckens ; in-4°, 3 p., pl. 1852.

A. QUIQUEREZ. — Recueil d'observations sur le terrain sidérolitique dans le Jura bernois ; in-4°, 62 p., pl.

PICOT DE LAPEYROUSE. — Mémoire sur quelques espèces d'orobes des Pyrénées ; in-4°, 16 p., pl.

PATRIN. — Lettre à J.-C. Delaméthérie à l'occasion des pierres météoriques ou météorolites ; in-4°, 8 p. 1809.

BRUNNER. — Einiges über den Stein-Læcherpilz (Polyporus tuberaster) ; in-4°, 19 p., pl. col. Neuenburg, 1842.

L. VON BUCH. — Gedächtniss-Rede gehalten am 6 April 1853 in der Versamml. der deutsch. geol. Gesellsch ; in-4°, 11 p.

A. MOUSSON. — Ueber die Whewell'schen oder Quetelet'schen Streifen ; in-4°, 46 p., pl.

G.-F. REUTER. — Essai sur la végétation de la Nouvelle-Castille ; in-4°, 34 p., pl. Genève, 1843.

C. DES MOULINS. — Examen des causes qui paraissent influencer particulièrement sur la croissance de certains végétaux dans des conditions déterminées ; in-4°, 16 p. Caen, 1847.

- BARTH. GASTALDI. — *Appunti sulla Geologia del Piemonte* ; 4<sup>o</sup>, 32 p., pl. Torino, 1853.
- MARTINS et GASTALDY. — *Essai sur les terrains superficiels de la vallée du Pô, aux environs de Turin, comparés à ceux du bassin helvétique* ; in-4<sup>o</sup>, 44 p., pl.
- TH. MOMMSEN. — *Die Schweiz in römischer Zeit* ; in-4<sup>o</sup>, 27 p., pl.
- CH.-H. GODET. — *Enumération des végétaux vasculaires qui croissent dans le canton de Neuchâtel* ; in-folio, 55 p.
- AGASSIZ. — *Observations sur les progrès récents de l'histoire naturelle des Echinodermes* ; in-4<sup>o</sup>, 20 p. 1841.
- LINNÆUS. — *Systema plantarum Europæ* ; in-8, 6 vol., environ 3600 p., pl. Paris, 1785.
- JORDAN. — *Observations sur plusieurs plantes nouvelles, rares ou critiques de la France* ; 4 fragments, 260 p., pl. Paris, 1846.
- MOESSLER. — *Handbuch der Gewächskunde* ; 2<sup>te</sup> Aufl., in-8, 3 vol., 1965 p. Altona, 1827-1829.
- J. GAUDIN. — *Agrostologia helvetica* ; in-8<sup>o</sup>, 690 p. Paris et Genève, 1811.
- KOCH. — *Synopsis floræ germanicæ et helveticæ* ; 2 vol. in-8<sup>o</sup>, 946 p. Francofurti ad M., 1828-1829.
- REICHENBACH. — *Flora germanica* ; in-12, 2 vol., 878 p. Lipsiæ, 1830-1832.
- A.-P. DE CANDOLLE. — *Physiologie végétale* ; in-8<sup>o</sup>, 3 vol., 1580 pages. Paris, 1832.
- STEUDEL. — *Nomenclator botanicus enumerans ordine alphabetico nomina atque synonyma, etc.* ; in-8<sup>o</sup>, 450 p. Stuttgart et Tübingue, 1824.
-

# I. TABLE DES MATIÈRES DU VOL XIII.

( Bulletins 72 - 74 ).

## A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES.

*Bibliothèque.* — Achat d'ouvrages périodiques, p. 436; id. de livres, p. 467; id. de la bibliothèque de Charpentier, p. 696 et 719. — La bibliothèque de Rumine ne sera pas indépendante, p. 436. — Livres reçus, p. 295, 469, 714. — Livres achetés, p. 719. — Dons, p. 285, 290, 291, 695, 701, 705. — Inspection, p. 461.

*Bureau.* — Nomination de 3 membres, p. 702.

*Caisse.* — Budget pour 1874, p. 436. — Etat de la caisse au 30 juin 1874, p. 459. — Budget pour 1875, p. 702.

*Commissions.* — de gestion, rapport, p. 458; — nomination des commissaires vérificateurs pour 1875, p. 702.

|                         |        |                           |        |
|-------------------------|--------|---------------------------|--------|
| <i>Décès.</i> — Agassiz | p. 437 | d'Omalus d'Halloy (hon.), | p. 708 |
| Argelænder (hon.),      | p. 709 | Quetelet, A. (hon.),      | p. 448 |
| Cauderay, H.            | p. 696 | de la Rive, A.            | p. 283 |
| Gay, Jn.                | p. 454 |                           |        |

*Délégations.* — à la soc. helvét. p. 467, 697

|                                       |        |                 |        |
|---------------------------------------|--------|-----------------|--------|
| <i>Démissions.</i> — Centurier, past. | p. 706 | de Mestral, H.  | p. 700 |
| Fontaines, vétér.                     | p. 700 | Monnet, L.      | p. 695 |
| Leresche, Gust.                       | p. 285 | Monnier, Const. | p. 700 |
| de Loës, past.                        | p. 285 | Soutter, pharm. | p. 283 |
| Marguerat, C.                         | p. 701 | Vautier, ing.   | p. 700 |

*Etude scientifique des lacs du Jura,* — proposée par M<sup>r</sup> Brière, p. 698.

*Marche de la société*; — rapport, p. 454.

*Membres admis.* — *Effectifs*:

|                 |          |                   |             |
|-----------------|----------|-------------------|-------------|
| Bauty, Ch.      | p. — 283 | Grenier, W.       | p. 698, 700 |
| de Blonay, H.   | 467, 695 | Lehr, E.          | 467, 695    |
| Brunner, H.     | — 283    | Morf,             | 285, 291    |
| Court, Ed.      | 710, 711 | van Muyden, Aloys | 695, 698    |
| Dufour, H.      | 695, 698 | Reclus, Elisée    | 695, 698    |
| Gilliéron, Alb. | 695, 698 |                   |             |

*Procès-verbaux,* p. 283, 435, 695.

*Séances*; — du soir, p. 283, 435; séance générale en mars 1874, p. 292; id. de juin, p. 448; séances pour 1875, p. 701.

*Station météorologique*; — notice p. 284, — en activité, p. 443.

*Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. XIII, N° 74.*

17



## B. TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

(Les articles marqués d'un (\*) font l'objet d'un mémoire et la page est indiquée en chiffres italiques.)

**Mathématiques, Astronomie.**

- Abaque nouvelle; Gallandat, p. 706, 707.  
 (\*) Analyse indéterminée du 2<sup>m</sup> degré; F.-L.-F. Chavannes, p. 477, 703.  
 Démonstration de la rotation de la terre par le spectroscopie; Rapin, p. 449, 452.  
 Détermination de la distance de certaines étoiles doubles; Ch. Dufour, p. 452.  
 Formule pour trouver la pleine lune pascalle; Burnier, p. 713.  
 Marche de la comète visible en juillet 1874; H. Kamm, p. 468.  
 (\*) Passage de Vénus; Rapin, p. 253, 292.  
 Problème mathématique, J. Marguet, p. 704.

**Météorologie**

- Bolide; E. Delessert, p. 439.  
 Id.; L. Dufour, p. 439.  
 Cartes météorologiques; L. Dufour, p. 708.  
 Fontaines du lac; F.-A. Forel, p. 286.  
 Fréquence des avalanches; Ch. Dufour; G.-A. Forel, p. 286.  
 (\*) Gloire sur le Léman; F.-A. Forel, p. 357, 466.  
 (\*) Observations météorologiques; J. Marguet, Ilirzel, p. 310, 412, 465, 587, 695, 704.  
 (\*) Observations siccimétriques; L. Dufour, p. 371, 444, 465, 684.  
 Radiation orientale après le coucher du soleil; H. Kamm; S. Bie-ler, p. 468.  
 (\*) Seiches du Léman; F.-A. Forel, p. 285, 510, 696, 713.  
 Id. leur coïncidence avec tremblements de terre; F.-A. Forel; E. Reclus; C. Dufour, p. 713.  
 (\*) Sondages thermométriques; F.-A. Forel, p. 38.  
 Température du Léman en février; F.-A. Forel, p. 294.

**Physique pure et appliquée.**

- (\*) Contrôleur électrique; H. Cauderay, p. 276, 290.  
 Courants électriques produits dans certaines fonctions physiologiques; H. Cauderay, p. 466.

- (\*) Diffusion entre l'air sec et l'air humide ; L. Dufour, p. 165, 440, 441, 446, 608, 711.
- Electroscope en baguette de caoutchouc ; L. Dufour, p. 708.
- (\*) Images sur la surface des eaux ; Ch. Dufour, p. 305, 441.
- Id. id. M<sup>c</sup> Dufour, p. 441.
- Machine magnéto-électrique nouvelle ; H. Cauderay, p. 465.
- (\*) Manomètre amplificateur ; W. Grenier, p. 652, 706.
- Nouvelle espèce de siphon ; J. Piccard, p. 707.
- (\*) Recherches photographiques, transparence de l'eau (Léman) ; F.-A. Forel, p. 24, 289, 703.
- Transparence des eaux ; F.-A. Forel ; Kamm ; L. Dufour ; E. Reclus, p. 703.
- Variation de température dans la diffusion des gaz à travers des matières poreuses, L. Dufour, p. 289.
- Vitesse de la lumière ; L. Dufour, p. 705.

### Chimie.

- Acétate de phényle, réfraction ; H. Brunner, 700.
- (\*) Acides des fruits ; H. Brunner, p. 341, 450, 465.
- Combustion du soufre dans l'oxygène ; H. Brunner, p. 450.
- Composé nouveau de la série aromatique ; H. Brunner, p. 700.
- (\*) Limon du fond du Léman ; Risler et Walter ; p. 12, 291, 133.
- (\*) Synthèse du diacétylène ; H. Brunner, p. 450.

### Géologie, Paléontologie, Minéralogie.

- Affaisements sur les bords du lac de Bienné ; W. Fraisse, p. 699, 705.
- Anthracotherium* restauré ; E. Renevier, p. 438, 706.
- Carte géologique des Alpes vaudoises ; E. Renevier, p. 453.
- (\*) Cours de Géologie de St. Meunier ; E. Renevier, p. 688, 710.
- Diamants du sud de l'Afrique ; E. Renevier, p. 437.
- Empreintes physiologiques ; E. Renevier, 445.
- (\*) *Cebia controversa*, crustacé décapode macroure, M<sup>cc</sup> de Tribolet, p. 657, 698.
- (\*) Géologie du sud de l'Afrique ; E. Renevier, p. 291, 384.
- Gypse et corneule ; S. Chavannes, p. 466.
- Huitres du pliocène ; Aguet, p. 466.
- Lignite ; Roux, pharm. ; p. 453.
- Lignites feuilletés de Wetzikon ; E. Renevier, p. 707.
- Marne à ciment de St-Sulpice, nouvelle carrière ; E. Renevier, p. 712.
- (\*) Nature du fond du Léman ; F.-A. Forel, p. 9, 443.
- Nicolia ægyptica* ; Pierrotti ; p. 710.
- (\*) Nmmulites de Crimée ; Ph. de la Harpe, p. 267,
- Nymphes fossiles ; E. Delessert, p. 284.
- Os humains ; E. Renevier, p. 712.
- Ozokérite ; Behrens, pharm, p. 704.
- Palmier de la molasse ; W. Fraisse, p. 443.
- (\*) Plantes fossiles de l'helvétien et du langhien ; Ph. de la Harpe ; p. 692, 698.
- Plante terrestre du silurien ; E. Renevier, p. 438.

- Poudingue en formation ; Ch. Dufour, p. 606.  
 Progression des glaciers ; E. Renevier, p. 697.  
 Recul des glaciers ; Ch. Dufour, W. Fraisse, Curchod forest ; p. 696.  
 Renard ordinaire fossile ; E. Renevier, p. 712.  
 Résine fossile ; Roux, pharm, p. 453.  
 Roches du Gothard ; W. Fraisse, E. Renevier, p. 285.  
 Sables du Rhône en Valais ; E. Renevier, p. 444.  
 Sondage des lacs de Joux ; F.-A. Forel, p. 706.  
 Soulèvements ; E. Renevier, E. Guillemin, p. 453, 454, 699.  
 Source de Lavey ; E. Renevier, p. 447.  
 (\*) Tableau des terrains sédimentaires ; E. Renevier, p. 218, 290, 291, 294, 437, 440.  
 (\*) Topographie du Léman ; F.-A. Forel, p. 8.  
 Transfert du musée géologique ; E. Renevier, p. 699.

### Zoologie, Anatomie, Physiologie.

- (\*) Actions du borax dans la fermentation ; J.-B. Schnetzler, p. 642, 710, 711.  
 (\*) Aperçus de géographie zoologique ; F.-A. Forel, p. 58.  
 Calculs urinaires ; Dr Rouge, p. 289.  
 (\*) Conditions de milieu (Léman) ; F.-A. Forel, p. 22.  
 Crustacés aveugles ; F.-A. Forel, Frey, p. 293.  
 Crustacés pélagiques ; F.-A. Forel, p. 287.  
 (\*) Développement des larves de grenouilles ; J.-B. Schnetzler, p. 273, 287.  
*Doriphora decemlineata* ; J.-B. Schnetzler, p. 699.  
 (\*) Dragages zoologiques de quelques lacs suisses ; F.-A. Forel, p. 152, 439.  
 Ectrodactylie héréditaire ; Dr Rouge, G. du Plessis, p. 288.  
 Emploi du borax dans les maladies parasitaires ; M<sup>c</sup> Dufour, p. 711.  
 (\*) Entomostracés (Léman) ; H. Vernet, p. 94, 285.  
 (\*) Esquisse de la faune profonde (Léman) ; F.-A. Forel et G. du Plessis, p. 46.  
 Faune des lacs du Jura ; F.-A. Forel, p. 706.  
 (\*) Hydrachnides (Léman) ; H. Lebert, p. 61, 438.  
 (\*) Influence de l'altitude sur les battements du cœur ; F.-A. Forel, Duboux, L. Dufour, A. Mermod, p. 293, 391.  
 Jeunes cygnes blancs ; F.-A. Forel, p. 288, 697.  
 (\*) Larves d'insectes (Léman) ; D. Monnier, p. 60, 293.  
 Lezard à queue bifurquée ; P. Vionnet, p. 465.  
 Limnée nouvelle ; F.-A. Forel, p. 438.  
 (\*) Liste provisoire des espèces de la faune profonde du Léman, F.-A. Forel, p. 149, 468.  
 Mal de montagne ; Em. Duboux, p. 291.  
 (\*) Matériaux pour l'étude de la faune profonde du Léman. — Avant-propos ; F.-A. Forel, p. 1, 703.  
 (\*) Méthode de dragage ; F.-A. Forel, p. 17, 443.  
 (\*) Migrations des poissons du Léman ; H. Chatelanat, p. 36, 293 ; Carrard, p. 293.  
 (\*) Mollusques (Léman) ; A. Brot, p. 109, 291.  
 Phénomènes physiologiques dans les grottes ; F.-A. Forel, p. 448.  
 (\*) *Pisidium* (Léman) ; Clessin, p. 147.  
 (\*) Recherche des animaux (Léman) ; F.-A. Forel, p. 19.

- Respiration au fond des eaux ; F.-A. Forel, p. 708.  
 Salpes (préparation) ; G. du Plessis, p. 703.  
*Saturnia Pernii* ; F.-A. Forel, p. 709.  
 Système nerveux du *Proteus anguinus* ; Ed. Buguion, p. 441.  
 Température du corps humain dans les ascensions de montagnes ;  
 F.-A. Forel, p. 291.  
 Transport des animaux par les vagues ; W. Fraisse ; F.-A. Forel,  
 p. 468.  
 Tridactyle ; H. de Saussure, p. 406.  
 (\*) Turbellariés (Léman) ; G. du Plessis, p. 114.  
 (\*) Typhus des perches du Léman ; F.-A. Forel, p. 400, 418.  
 Voirex, nouvelle espèce ; G. du Plessis, p. 439.

### Botanique, agriculture, sylviculture.

- (\*) Accroissement du *Calla oethiopica* ; J.-B. Schnetzler, p. 376, 450.  
 (\*) Algues (Léman) ; J.-B. Schnetzler, p. 124.  
 Id. de la Suisse par Langenbach ; J.-B. Schnetzler, p. 287.  
 (\*) Diatomées (Léman) ; J. Kubler, p. 126, 286.  
*Fpicea*, section recouverte ; Curchod-Verdeil, p. 706.  
 (\*) Feutre organique (Léman), F.-A. Forel, p. 133, 292.  
 (\*) Id. C. Vogt, p. 144.  
 (\*) Id. J.-B. Schnetzler, p. 146.  
 Inflorescence de frêne altérée par le froid ; Curchod-Verdeil, p. 709.  
 Jardin botanique ; E. Renevier, S. Bieler, p. 439, 449.  
 (\*) Liste provisoire des espèces de la flore profonde du Léman ; F.-A.  
 Forel, p. 152, 468.  
 (\*) *Peziza* sur du plâtre ; J.-B. Schnetzler, p. 382, 466.  
 Phylloxera *Krafftii* ; J.-B. Schnetzler, p. 707, 710.  
 (\*) *Phylloxera vastatrix* (hist. natur.) ; J.-B. Schnetzler, p. 649, 699.  
 (\*) Id. dans la Suisse occidentale ; F.-A. Forel, p. 661, 697.  
 Id. Congrès de Montpellier ; G.-H. Borgeaud, p. 697.  
 (\*) Pollen d'*Ephedra helvetica* ; J.-B. Schnetzler, p. 380, 466.  
*Vaucheria clavata* ; J.-B. Schnetzler, p. 446.

### Archéologie.

- Dattes carbonisées d'Aventicum ; J.-B. Schnetzler, p. 287.  
 Dessin de l'âge du renne ; F.-A. Forel, p. 284.  
 Id. J.-B. Schnetzler, p. 436.  
 Objets trouvés dans une tombe romaine ; P. Vionnet, p. 465.

### Statistique, Technologie.

- (\*) Ventilation des caves ; J. Piccard, E. Guillemin, p. 284, 325.  
 Bronze à canon ; Al. van Muyden, p. 710.  
 Combustible formé de terre et de soude ; Pilet 200.  
 Epreuves photolithographiques .Bauernhein, Al. Humbert, p. 465.  
 Fabrication du vin ; E. Guillemin, p. 466.
-

## II. TABLE DES AUTEURS.

(Les articles marqués d'un (\*) font l'objet d'un mémoire et la page est indiquée en chiffres italiques.)

- AGUET.**  
Huitres du pliocène, p. 466.
- BAUERNHEINZ.**  
Epreuves photolithographiques, p. 465.
- BEHRENS, fils.**  
Ozokérite, p. 704.
- BIELER, méd.-vétér.**  
Jardin botanique, p. 440, 449.  
Radiation orientale après le coucher du soleil, p. 468.
- BORGEAUD, G.-H., Directeur.**  
Phylloxera vastatrix, congrès de Montpellier, p. 697.
- BRUOT, Dr**  
(\*) Mollusques du Léman, p. 109, 291.
- BRUNNER, H. professeur.**  
(\*) Acides des fruits, p. 341, 450, 465.  
(\*) Synthèse du diacétylène, p. 450.  
Combustion du soufre dans l'oxygène, p. 700.  
Acétate de phénylène (réfraction), p. 700.  
Composé nouveau de la série aromatique, p. 700.
- BUGNION Ed., Docteur.**  
Système nerveux du Proteus anguinus, p. 441.
- BURNIER, colonel.**  
Formule pour trouver la pleine lune pascal, p. 713.
- CARRARD.**  
Migrations des poissons du Léman, p. 293.
- CAUDERAY, Henri.**  
(\*) Contrôleur électrique, p. 276, 290.  
Machine magnéto-électrique nouvelle, p. 465.  
Courants électriques produits dans certaines fonctions physiologiques, p. 466.
- CHATELANAT, H.**  
(\*) Migration des poissons du Léman, p. 36, 293.
- CHAVANNES, F.-L. Frédéric.**  
(\*) Analyse indéterminée du 2<sup>me</sup> degré, p. 477, 703.
- CHAVANNES, Sylvius.**  
Gypse et corneule, p. 466.
- CLESSIN, S.**  
(\*) Pisidium (Léman), p. 147.
- CURCHOD-VERDEIL.**  
Recul des glaciers, p. 696.  
*Epicea*, section recouverte, p. 706.  
Inflorescence altérée par le froid, p. 709.
- DE LA HARPE, Phil.**  
(\*) Nummulites de Crimée, p. 267.  
(\*) Plantes fossiles de l'helvétien et du langhien, p. 692, 698.
- DELESSERT, Eug.**  
Nymphes fossiles, p. 284.  
Bolide, p. 439.
- DUBOUX, Em.**  
Mal de montagne, p. 291.  
Accélération des mouvements du cœur dans un lieu élevé, p. 293.
- DUFOUR, Ch. professeur.**  
Fréquence des avalanches, p. 286.  
(\*) Images sur la surface des eaux, p. 305, 441.  
Détermination de la distance de certaines étoiles doubles, 452.  
Poudingue en formation, p. 696.  
Recul des glaciers, p. 696.  
Tremblement de terre de Lisbonne, p. 713.
- DUFOUR, L., professeur.**  
(\*) Diffusion entre l'air sec et l'air humide, p. 165, 440, 441, 446, 608, 711.  
Variation de température dans la diffusion des gaz, p. 289.  
Etat du poulx dans les lieux élevés, p. 294.  
(\*) Observations siccimétriques, p. 371, 441, 465, 684.  
Bolide, p. 439.  
Transparence des eaux, p. 703.  
Vitesse de la lumière, p. 705.  
Cartes météorologiques, p. 708.  
Electroscope en caoutchouc, 708.
- DUFOUR, Mc, Dr**  
Image réfléchie du soleil ; p. 411.  
Emploi du borax dans les maladies parasitaires, p. 711.

**FOREL, F.-A.** professeur,

(\*) Matériaux pour l'étude de la faune profonde du Léman. — Avant-propos, p. 1, 703.

(\*) Topographie du Léman, p. 8.

(\*) Nature du fond du dit, p. 9, 443.

(\*) Méthode de dragage, p. 17, 443.

(\*) Recherche des animaux p. 19.

(\*) Conditions de milieu, p. 22.

(\*) Recherches photographiques, transparence de l'eau, p. 24, 289, 703.

(\*) Sondages thermométriques, p. 38.

(\*) Esquisse de la faune profonde, p. 46.

(\*) Aperçus de géographie zoologique, p. 58.

(\*) Feutre organique (Léman), p. 133, 292.

(\*) Liste provisoire des espèces animales et végétales du Léman, p. 149, 468.

(\*) Dragages zoologiques de quelques lacs suisses, p. 152, 439.

Dessin de l'âge du renne, p. 284.

(\*) Seiches du Léman, p. 285, 510, 696, 713.

Fréquence des avalanches, p. 286.

Fontaines du lac, p. 286.

Crustacés pélagiques, p. 287.

Jeunes cygnes blancs, p. 288, 697.

Température du corps humain dans les ascensions de montagnes, p. 291.

Crustacés aveugles, p. 293.

Accélération des mouvements du cœur dans un lieu élevé, p. 293.

Température du Léman en février, p. 294.

(\*) Gloire sur le Léman, p. 357, 466.

(\*) Typhus des perches du Léman, p. 400, 448.

Limnée nouvelle, p. 438.

Phénomènes physiologiques dans les grottes, p. 448.

Transport des animaux par les vagues, p. 468.

(\*) *Phylloxera vastatrix* de la Suisse occidentale, p. 661, 697.

Sondage et faune des lacs de Joux, p. 706.

Respiration au fond des eaux, p. 708.

*Saturnia Pernii*, p. 709.

Coincidence des sèches avec les tremblements de terre, p. 713.

**FRAISSE, W.** ingénieur.

Roches du Gothard, p. 285.

Palmier de la molasse, p. 443.

Transport des animaux par les vagues, p. 468.

Recul des glaciers, p. 696.

Affaissements sur les bords du lac de Biemme, p. 699, 705.

**FREY, prof.**, à Zurich.

Crustacés aveugles, p. 293.

**GALLANDAT, comm.-arp.**

Abaque nouvelle, p. 706, 707.

**GRENIER, W.** professeur.

(\*) Manomètre amplificateur, p. 652, 706.

**GUILLEMINE, E.** ingénieur.

Ventilation des caves, p. 284.

Soulèvements, p. 453, 699.

Fabrication du vin, p. 466.

**HIRZEL, directeur.**

Observations météorologiques; p. 310, 412, 587, 695.

**HUMBERT, Alois.**

Planches photolithographiques, p. 465.

**KAMM, H.**

Marche de la comète visible (été 1874), p. 468.

Radiation orientale après le coucher du soleil, p. 468.

Transparence des eaux, p. 703.

**KUBLER, J.**

(\*) Diatomées (Léman), p. 126, 286.

**LEBERT, H.**

(\*) Hydrachnides (Léman), p. 61, 438.

**MARGUET, J., professeur.**

Notice sur l'observatoire météorologique, p. 284.

(\*) Observations météorologiques, p. 310, 412, 465, 587, 695, 704.

Problème mathématique, p. 704.

**MERMOD, A.**

Influence de l'altitude sur les battements du cœur, p. 293, 391.

**MONNIER, D.**

(\*) Larves d'insectes, p. 60, 293.

**VAN MUYDEN, Alois.**

Bronze à canon, p. 710.

**PICCARD, J., commissaire.**

(\*) Ventilation des caves, p. 284, 325.

- Nouvelle espèce de siphon ,  
p. 707.
- PILET, ministre.  
Combustible formé de terre et  
de soude, p. 290.
- PIERROTTI.  
*Nicotia agyptica*, p. 710.
- DU PLESSIS, G., professeur.  
(\*) Esquisse de la faune pro-  
fonde (Léman), p. 46.  
(\*) Turbellariés (Léman), p. 114.  
Transformisme, p. 188.  
*Vortex*, Nouvelle espèce, p. 439.  
Salpes (préparation) p. 703.
- RAPIN, ministre.  
(\*) Passage de Vénus, p. 253,  
292.  
Démonstration de la rotation de  
la terre par le spectroscopie,  
p. 449, 452.
- RECLUS, Elisée.  
Transparence des eaux, p. 703.  
Coincidence des sèches avec les  
tremblements de terre, p. 713.
- RENEVIER, E., professeur.  
(\*) Tableau des terrains sédi-  
mentaires. p. 218, 290, 291,  
294, 437, 440.  
Roches du Gothard, p. 285.  
(\*) Géologie du sud de l'Afrique,  
p. 291, 384.  
Diamants du sud de l'Afrique,  
p. 437.  
Plante terrestre du silurien .  
p. 438.  
*Anthracotheurium* restauré, p. 438,  
706.  
Jardin botanique, p. 439.  
Sables du Rhône en Valais ,  
p. 444.  
Empreintes physiologiques ,  
p. 445.  
Source de Lavey, p. 447.  
Carte géologique des Alpes vau-  
doises p. 453.  
Soulèvements, p. 454.  
(\*) Cours de géologie de Stan-  
Meunier, p. 688, 710.  
Progression des glaciers, p. 697.  
Transfert du musée géologique.  
p. 699.  
Lignites feuilletés de Wetzikon,  
707.  
Marne à ciment de St-Sulpice,  
nouvelle carrière, p. 712.  
Renard ordinaire fossile, p. 712.  
Os humains, p. 712.
- RISLER, agronome.  
(\*) Limon du fond du Léman,  
p. 12, 291, 438.
- ROUGE, Dr.  
Ectrodactylie héréditaire, p. 288.  
Calculs urinaires, p. 289.
- ROUX, pharmacien.  
Résine fossile, p. 453.  
Lignite, p. 453.
- SAUSSURE, Henri DE  
Tridactyle, p. 466.
- SCHNETZLER, J.-B., professeur.  
(\*) Algues (Léman), p. 124.  
(\*) Feutre organique (Id.)  
p. 146.  
(\*) Développement des larves de  
grenouilles, p. 273, 287.  
Algues de la Suisse de Langen-  
bach, p. 287.  
Dattes carbonisées d'Aventicum,  
p. 287.  
(\*) Accroissement du *Calla æthio-  
pica*, p. 376, 450.  
(\*) Pollen d'*Ephedra helvetica*,  
p. 380, 466.  
(\*) *Peziza* sur du plâtre, p. 382,  
466.  
Dessin de l'âge du renne, p. 436.  
*Vaucheria clavata*, p. 446.  
(\*) Action du borax dans la fer-  
mentation, p. 642, 710, 711.  
(\*) *Phylloxera vastatrix* (hist.  
natur.), p. 649, 699.  
*Doriphora decemlineata*, p. 699.  
*Phylloxera Kraftii*, 707, 710.
- TRIBOLET, Maurice DE  
(\*) *Gebia controversa*, crustacé  
décapode macroure, p. 657,  
698.
- VERNET, H.  
(\*) Entomostracé (Léman), p. 94,  
285.
- VIONNET, P.  
Lézard à queue bifurquée, p. 465.  
Objets trouvés dans une tombe  
romaine, 465.
- VOGT C.,  
(\*) Feutre organique (Léman),  
p. 144.
- WALTER, chimiste.  
(\*) Limon du fond du Léman,  
p. 12, 291.

## MATÉRIAUX

POUR SERVIR A L'ÉTUDE DE

### LA FAUNE PROFONDE DU LAC LÉMAN

par le Dr F.-A. Forel,

Professeur à l'Académie de Lausanne.

---

#### 1<sup>re</sup> Série.

Lorsqu'en 1869 je publiai mon *Introduction à l'étude de la faune profonde du lac Léman*, <sup>(1)</sup> j'espérais dans l'espace de quelques années être en état d'offrir une étude complète sur un sujet qui semblait au premier abord assez restreint. Diverses circonstances ont retardé ce travail et m'ont engagé à changer de plan: j'ai été pour ce qui me regarde distrait de ces recherches par d'autres devoirs et d'autres travaux plus urgents; — l'objet de ces études, comme tout thème d'histoire naturelle que l'on veut poursuivre à fond, s'est agrandi et élargi; — à côté de la simple description zoologique une foule de faits intéressants de physiologie, de conditions de milieu, de géographie zoologique sont venus compliquer les problèmes; — éloigné de bibliothèques suffisantes, et il faut l'avouer, mal partagé au point de vue spécial des facultés du zoo-

(1) Bull. Soc. Vand. Sc. nat. X, n° 62, p. 217.



logiste descripteur, je n'ai pas pu ou pas su m'astreindre aux études longues et difficiles que demandait la critique d'espèces nombreuses et isolées dans un nombre considérable de groupes ; — la nécessité qui s'est de plus en plus imposée à moi d'avoir recours aux lumières et à la science de collaborateurs obligeants ; — ces motifs et bien d'autres trop longs à énumérer m'ont engagé à abandonner, pour le moment, l'idée de présenter une étude générale, définitive du beau fait d'histoire naturelle que nous avons entrevu dans les profondeurs de notre lac.

Je me suis décidé à publier au fur et à mesure de leur élaboration les diverses parties de ce travail dans des rapports plus ou moins rapprochés, sans m'astreindre à suivre dans cette publication un ordre méthodique. Des spécialistes distingués ont bien voulu me promettre leur concours et me faire espérer leur précieuse collaboration ; les études physiques, chimiques, physiologiques, zoologiques et botaniques qu'ils voudront bien me remettre, je les insérerai dans ces rapports sous leur nom et sous leur responsabilité. Que mes collaborateurs dans ces études reçoivent ici l'expression de ma reconnaissance pour l'aide et l'assistance qu'ils ont bien voulu me promettre et m'accorder.

Mais il est une remarque générale sur laquelle je dois insister. Toutes les descriptions ou études que nous publions dans ces rapports étant des comptes-rendus de travaux en voie d'exécution, devront être au bénéfice de cette condition. Tous ces travaux auront dans chaque rapport un caractère provisoire ; nous nous réservons le droit et la faculté de les modifier, de les corriger, de les

compléter dans des rapports subséquents et pour chacun d'eux nous réservons les corrections, modifications et compléments que nous-mêmes nous y apporterons.

Je désire répondre immédiatement à une critique qui sera faite à notre travail. On nous reprochera d'être trop pressés. Pourquoi, nous dira-t-on, publier des notices qui ne sont pas terminées et définitives ? Pourquoi donner des travaux en cours d'observation ou d'expérience, travaux qui devront être repris, complétés et probablement corrigés dans des rapports subséquents ? Pourquoi ne pas attendre, me dira-t-on particulièrement que vos collaborateurs aient, chacun pour ce qui le concerne, achevé l'étude spéciale qu'il a entreprise ? Pourquoi les presser de publier des travaux incomplets ?

La raison en est la suivante :

Si notre but n'avait été que de constater quelques faits nouveaux, de décrire, nommer et classer quelques espèces nouvelles pour augmenter encore la richesse de nos riches catalogues d'animaux et de plantes, de découvrir quelques faits curieux de physiologie, si tel avait été notre but nous aurions pu, nous aurions dû suivre une autre marche que celle adoptée par nous. Nous aurions été inexcusables en présentant au public certains travaux non achevés, non encore conclus (comme, par exemple, mes recherches photographiques sur la lumière dans le lac, § VII, qui ne seront terminées que l'été prochain.)

Mais notre ambition est plus haute.

Nous sommes en présence d'un fait général, la vie dans les profondeurs du lac ; nous découvrons une faune nouvelle, *la faune profonde* des lacs d'eau douce. Nous aspirons à étudier ce fait, à étudier cette faune d'une ma-

nière générale. Notre idéal serait de ne pas nous borner à la simple description des formes, mais de chercher à comprendre comment les formes sont en rapport avec le milieu, comment ces formes littorales et pélagiques se sont transformées en formes profondes; notre vœu serait de déterminer l'effet de l'habitat dans les grands fonds des lacs d'eau douce sur la morphologie et la physiologie des animaux et des plantes.

Il y a plus. Ainsi que nous le verrons plus loin, la même faune que nous étudions dans le lac Léman existe dans les autres lacs suisses. Mais les formes, les espèces sont-elles les mêmes ou bien sont-elles différentes?

Si ces espèces sont différentes, dans quel sens et de quelle manière diffèrent-elles? Cette question qui peut au premier abord sembler de peu d'importance, acquiert au contraire une grande gravité si on la rapproche des circonstances particulières dans lesquelles la faune actuelle s'est développée en Suisse.

En effet, tandis que dans la plupart des autres contrées de la terre la faune actuelle tire son origine directement des faunes anciennes, habitant le même pays, tandis que de simples transformations d'espèces suffisent pour expliquer la plupart des formes actuelles des régions qui nous entourent, notre faune suisse présente ce caractère particulier d'être tout entière une faune d'émigrés. C'est par la voie des migrations que les espèces actuelles d'animaux, aussi bien du reste que de végétaux, sont toutes arrivées en Suisse; la faune suisse n'est pas autochtone, elle est de provenance étrangère. Ce caractère est dû au fait géologique bien connu de la période glaciaire.

A cette époque, en effet, la Suisse était envahie par un immense glacier descendu des crêtes des Alpes et occu-

pant toute la plaine ; une vaste mer de glace s'étendait des Alpes au Jura. Or devant ce désert glacé, la vie avait reculé. Tout ce qui avait vie à l'époque antérieure, toute la faune du commencement de l'époque quaternaire avait ou disparu, ou émigré ; les plantes fixées au sol avaient été écrasées par le gigantesque glacier, les animaux plus mobiles avaient fui dans d'autres régions et dans d'autres climats plus cléments.

Mais lorsque le glacier eut fondu, lorsque son front se fut retiré petit à petit dans les vallées des Alpes, le sol, débarrassé de son linceuil glacé, a peu à peu été rendu à la vie. De même que de nos jours, nous voyons, dans les reculs plus ou moins périodiques de nos glaciers actuels, le plancher de la vallée envahi rapidement par les herbes, puis par les arbrisseaux, par les arbres enfin, lorsque l'humus a été suffisamment reformé, de même que nous voyons les animaux suivre pas à pas cette marche envahissante de la végétation et repeupler la terre, les eaux et les airs, le même phénomène a dû se passer en grand à la fin de l'époque glaciaire. Les faunes et flores des pays environnants sont rentrées en Suisse après le retrait du glacier. La faune suisse actuelle est tout entière descendante de ces anciens émigrés ; la faune actuelle de la plaine suisse date de la fin de la période glaciaire. (1)

(1) A l'exception peut-être de la faune alpestre. En effet, tandis que la plaine suisse était envahie par le glacier, les cimes qui dépassent de mille mètres le plancher de la vallée s'élevaient comme des îles et des promontoires au-dessus de la mer de glace. Il est probable que ces oasis étaient habitées par une faune et flore alpestres, ancêtres des habitants actuels de nos hautes régions. Même si l'on veut supposer que ces hautes cimes fussent

La faune des lacs est dans les mêmes conditions; elle date, elle aussi, au plus tard de cette même époque.

Nous avons dit plus haut que la faune profonde différait des faunes littorale et pélagique. Il n'en est pas moins vrai que l'origine de la faune profonde doit être cherchée dans ces faunes superficielles; nous ne pouvons pas lui trouver d'autres ancêtres. En effet, les lacs suisses ne communiquent avec les autres bassins d'eau douce que par des fleuves et eaux courantes à la surface; si donc les espèces de la faune profonde sont spéciales aux profondeurs, elles ne peuvent pas voyager d'un lac à l'autre. La faune profonde ne peut pas être arrivée dans nos lacs suisses déjà modifiée pour l'habitat aux grandes profondeurs; elle a dû se modifier sur place, s'acclimater sur place aux conditions de milieu, se différencier sur place.

Il résulte de ces conditions que nous devons pouvoir trouver dans le même lac les deux termes de la différenciation: l'espèce primitive non modifiée dans les faunes littorale ou pélagique, l'espèce modifiée adaptée au milieu, acclimatée aux nouvelles conditions de vie dans la faune profonde; — que, d'un autre côté, nous avons une date certaine pour le début de cette différenciation, car nous savons que cette différenciation n'a pas pu commencer avant la fin de la période glaciaire.

Nous sommes donc en possession d'étudier d'une manière très utile les limites, l'étendue et la durée de la différenciation dans les espèces animales de nos faunes lacustres.

comme les montagnes analogues du nord du Groënland, enfoncées sous un linceuil éternel de neige, encore aurions-nous trouvé sur cette neige les ancêtres de nos *Desoria glacialis* et de nos *Protococcus nivalis* actuels.

Mais cette différenciation a-t-elle été la même dans les divers lacs ? la même espèce s'est-elle modifiée de la même manière ? Deux facteurs, deux influences peuvent avoir déterminé ou bien une différenciation dans le même sens ou bien une différenciation dans des directions diverses.

D'une part, les conditions de milieu (voir § VI) sont fort semblables d'un lac à l'autre : pression, chaleur, lumière, défaut d'agitation des eaux sont dans les mêmes proportions relatives ; seule la composition chimique de l'eau et celle du limon peuvent varier un peu.

D'une autre part, chaque lac isolé dans ses profondeurs des lacs voisins, a dû, au point de vue de la faune profonde, être un centre de différenciation parfaitement isolé et distinct (centre de création des anciens naturalistes).

Laquelle de ces deux influences l'a-t-elle emporté ?

Trouverons-nous que, cédant à la similitude des milieux, les formes animales ont varié de la même manière dans des lacs absolument isolés et sans communication ensemble ? Ou bien constaterons-nous des différences dans la variation indiquant que, nonobstant la similitude presque absolue des conditions extérieures, la différenciation a modifié ses allures dans les divers centres de variation ? Ce sont là, nous semble-t-il, des questions du plus haut intérêt et qui méritent d'être étudiées avec le plus grand soin.

Or, toutes ces questions doivent s'aborder petit à petit, au fur et à mesure que les faits isolés seront découverts et démontrés. Chacun des collaborateurs à ce travail devra avancer en s'appuyant sur les progrès faits par les autres collaborateurs. Il faut pour cela un travail en com-

mun, et ce travail en commun ne peut être obtenu que par la publication de rapports en cours d'étude.

Telle est la justification que j'avais à présenter du plan adopté par moi pour ces travaux.

Cela dit, nous entrons en matière sans autre préambule.

D<sup>r</sup> F.-A. F.

Morges, février 1874.

---

### § I. Topographie du Léman.

Il semblerait naturel de commencer ces études par un exposé de la topographie du lac; nous pourrions le tracer facilement d'après la carte des sondages de l'Anglais La Bèche, qui, en 1817, fit un voyage de sondages bathymétriques et thermométriques sur le lac Léman. <sup>(1)</sup> Mais je préfère renvoyer ce travail à un rapport subséquent. En effet, le bureau topographique fédéral ayant commencé, en 1873, les études d'une carte hydrographique du lac, j'attendrai, pour donner une idée de la configuration générale du bassin du Léman, de posséder les feuilles de cette carte, dont nous espérons la publication prochaine.

Je me bornerai à donner ici l'explication de trois termes usités par les riverains du Léman et qui reviendront souvent sous notre plume.

L'on désigne sous le nom de *beine* le blanc-fond qui

<sup>(1)</sup> On the depth and temperature, etc. Sur la profondeur et la température du lac de Genève. Lettre adressée au professeur Pictet par H. T. de la Bèche, avec une carte. Bibl. univ, Sc. et Arts, t. XII, p. 118 sq.

borde le lac. C'est une bande plus ou moins large, suivant les localités, très peu inclinée, presque horizontale ; sa profondeur varie de 2 à 6 mètres, suivant les localités et les saisons.

L'on appelle *mont* le talus abrupt qui limite en avant la beine ; sans vouloir nous prononcer actuellement sur sa nature et son origine, nous pouvons le comparer pour son apparence à une falaise sous-lacustre qui va se relier en pente douce avec le talus moins incliné des flancs de la grande vallée du lac.

L'on appelle *eau bleue* la partie profonde du lac où l'on ne distingue plus le fond ; la limite très bien tranchée de l'eau bleue est à une profondeur de 10 à 15 mètres.

F.-A. F.

---

## § II. Nature du fond.

Dans toute l'étendue de la vallée qui forme le plancher du lac, et dans les talus eux-mêmes, alors qu'ils ne sont pas très inclinés et ne sont point formés de parois rocheuses, le fond du lac est remarquable par l'absence à peu près absolue d'accidents violents, d'éminences et de dépressions accentuées ; le fond du lac est très égal.

Le sol est formé par une argile limoneuse d'une grande régularité. Les seuls points qui, à ma connaissance, fassent exception à cette règle, sont :

a) les côtes jusqu'à 15 et 20 mètres de fond qui présentent des dépôts de sables, de graviers ou de vase.

b) les parois rocheuses plus ou moins verticales, en particulier d'Ouchy à Villeneuve et de la Tour-Ronde au



Bouveret, et sur quelques autres points de la rive vaudoise où la molasse forme des talus souvent presque à angle droit.

Sauf ces exceptions le fond est partout limoneux. La sonde n'y rencontre jamais ni rochers, ni pierres, ni blocs erratiques. Le fond est formé par une couche épaisse d'argile d'alluvion remarquable par son extrême ténuité ; les grains minéraux qui la composent ne dépassent pas un à deux millièmes de millimètre de diamètre. C'est une argile d'un gris bleuâtre onctueux, plastique qu'on peut modeler et cuire au four. J'en ai obtenu par la cuisson des vases très légers, très durs et très poreux, d'une couleur assez claire. La composition physique de ce limon est à peu près partout toujours la même ; je n'ai à signaler que son aspect argenté près des bouches du Rhône par suite de la présence d'une grande abondance de paillettes de mica ; sa couleur un peu plus terreuse près des embouchures des torrents après les pluies d'orage ; enfin la couleur verdâtre d'un échantillon que M. Gosset, ingénieur, m'a remis provenant de 311 mètres de fond devant Ouchy (voir § XIX). Dans quelques cas où la drague a ramené une couche assez épaisse pour que j'aie pu y reconnaître une stratification de ce limon j'y ai constaté généralement la coupe suivante :

a) la surface au contact avec l'eau est très égale ; l'on n'y voit en fait de saillies que des corps organisés, à savoir des polypiers de bryozoaires, des tubes vaseux de larves et de vers tubicoles et des mollusques gastéropodes. Cette surface est remarquable par le revêtement qu'elle présente d'une couche continue de substance organique que nous décrirons au § XIX.

b) une couche d'un gris jaunâtre, de consistance et de nature limoneuse, de trois à quatre centimètres d'épaisseur, renfermant les animaux vivants et les débris d'animaux morts, mêlés à des matières minérales.

c) une couche d'un brun noirâtre d'un demi-centimètre d'épaisseur.

d) une couche d'un gris bleuâtre dont je n'ai pu mesurer l'épaisseur et que je suppose s'étendre jusqu'au sol primitif du lac. Elle est de nature argileuse et ne contient plus d'animaux vivants. Chose à noter, les débris fossiles, qui y existent pourtant, y sont extrêmement rares. En présence du nombre considérable de mollusques vivants dans la couche animale l'on ne peut qu'être frappé de la rareté des coquilles fossiles dans cette couche.

Le limon du fond du lac est très pur et présente très peu de corps étrangers ; les corps étrangers sont :

a) Quelques pierres dont le nombre très peu considérable va en diminuant des côtes vers le milieu du lac. Je les attribue à la chute accidentelle hors des barques chargées de pierres et de graviers qui naviguent sur le lac, au transport par des racines entraînées dans les eaux des torrents, au transport par des glaçons qui fondent dans les eaux du lac.

b) Quelques débris végétaux, quelques feuilles, quelques tiges, quelques racines à tous les degrés de décomposition.

c) Les corps étrangers les plus fréquents et qui pourront servir aux géologues de l'avenir à déterminer la couche précise du XIX<sup>e</sup> siècle, sont les scories et les cendres de coke provenant des fournaies des bateaux à

vapeur ; ces scories très bulleuses flottent pendant quelque temps à la surface jusqu'à ce que leurs vésicules d'air se soient remplies d'eau, et peuvent ainsi s'étendre sur toute la surface du lac. Ce sont pour ainsi dire les seuls corps étrangers que l'on trouve dans le limon à quelques kilomètres de la rive.

Cette rareté des corps étrangers présente une certaine importance pour l'étude de la faune ; elle cause certaines modifications intéressantes dans les mœurs de quelques espèces qui normalement se fixent à des corps durs. C'est ainsi en particulier qu'un bryzoaire dont les espèces analogues sont fixées sur des corps durs (bois et pierres de la rive) a dû changer absolument ses mœurs et implanter son polypier dans le limon mou.

F.-A. F.

---

### § III. Limon du fond du lac.

par MM. *E. Risler et Walther*, à Calève sur Nyon.

---

Le limon du lac, recueilli près de Morges par M. Fr. Forel, se compose d'une argile excessivement fine, tellement fine que, si on la délaie dans l'eau, ce liquide reste laiteux encore au bout de quatre jours. Lorsqu'on le filtre, une partie de l'argile passe à travers le filtre. Par des lévigation successives, on peut en enlever les 90/100 ; il ne reste qu'environ 10 % de sable fin. En traitant de même de l'argile glaciaire bleue du Boiron,

près de Nyon, par des lévigation<sup>s</sup> successives, il reste environ 20 % de sable fin.

L'argile glaciaire bleue est également moins homogène que le limon déposé dans les temps modernes au fond du lac ; et elle contient par ci par là des grumeaux de carbonate de chaux pulvérulent. Cette différence s'explique, parce que les matériaux qui ont formé l'argile bleue à l'époque où le bassin du Léman était couvert de vastes glaciers se sont déposés dans un milieu moins tranquille ; les fragments, résultant de la trituration des glaces encore en mouvement, se sont mêlés à l'argile qui se déposait au fond des eaux, après y être restée plus ou moins longtemps à l'état de suspension. Du reste, il est évident que ces matériaux doivent se ressembler comme composition minéralogique ; ils dérivent tous de la vallée supérieure du Rhône ; et, en effet, la couleur bleuâtre du limon actuel est, quoique moins intense, celle de l'argile bleue de l'époque glaciaire.

L'argile bleue que l'on exploite près d'Yvoire, et qui se trouve presque au niveau de la surface actuelle du lac, est un intermédiaire entre les deux. Elle a presque tous les caractères du limon moderne.

La couleur bleue de toutes ces argiles est due au fer qu'elles renferment à l'état de protoxyde. Lorsqu'on les calcine, elles deviennent jaunes ou rougeâtres par suite de la transformation du protoxyde de fer en peroxyde. Cette réduction du fer à l'état de protoxyde a-t-elle eu lieu au fond des eaux ? Non ; la plupart des roches dont les matériaux ont formé l'argile contenaient déjà le fer à l'état de protoxyde. D'ailleurs, le fond du lac ne paraît pas être assez riche en matières organiques et assez pauvre en oxygène pour qu'il s'y fasse de telles réductions. Au con-

traire, la surface du limon est un peu plus jaune que l'intérieur, ce qui indiquerait qu'un certain degré d'oxydation s'y produit, grâce à l'oxygène dissout dans l'eau.

Dans l'échantillon qui nous a été remis par M. Forel, venant de 60 mètres de fond devant Morges, il y avait pareillement à la surface du limon tel qu'il était dans le fond du lac, et à 2 ou 3 centimètres de distance une bande d'environ 1 centimètre d'épaisseur, plus foncée que le reste. Il est probable que cette coloration noire était due à une certaine quantité de poussière de charbon qui a été jetée dans le lac. Si cela n'était pas un tel accident, il faudrait admettre qu'à un certain moment le limon du fond du lac a été plus riche que dans les autres en matières organiques provenant de la décomposition de végétaux aquatiques, et que ces matières organiques plus rapidement couvertes que d'ordinaire par un nouveau dépôt de limon ont subi sur place une sorte de carbonisation.

Le reste du limon contient des traces de carbone et d'azote; mais ce dernier ne s'y trouve pas en quantité suffisante pour être dosée.

Le limon du lac séché à l'air (l'analyse a porté sur un échantillon recueilli à 216 mètres devant Morges) contenait encore 2,20 % d'humidité, qui s'est évaporée dans une étuve à 110 degrés. Puis le limon pulvérisé a été traité par l'acide chlorhydrique concentré, qui a transformé en chlorures tous les carbonates et décomposé une certaine quantité de silicates. Il ne s'est dissout que 0,12 % de silice libre; il faut admettre qu'une partie de celle qui avait été combinée avec les bases dosées dans la solution est restée sur le filtre avec le résidu insoluble. Nous donnons le poids de ce résidu calciné; avant de

l'être, il contenait une certaine quantité d'eau combinée chimiquement, et un peu de matière organique que nous n'avons pu apprécier que par différence. Outre la silice pure, ce résidu contenait des silicates non décomposés, feldspath, mica, etc...

Ces explications étant données, voici la composition chimique du limon du lac :

**Analyse I. Limon du Léman. 216<sup>m</sup>, devant Morges.**

|                                                                                               |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Humidité (à 110° c.) . . . . .                                                                | 2,20   |
| Résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique<br>concentré, calciné (silice et silicates) . . . | 63,75  |
| Silice soluble . . . . .                                                                      | 0,12   |
| Oxyde de fer (protoxyde de fer oxydé pour<br>le dosage). . . . .                              | 5,20   |
| Alumine . . . . .                                                                             | 2,30   |
| Acide phosphorique . . . . .                                                                  | traces |
| Chaux . . . . .                                                                               | 10,50  |
| Magnésie . . . . .                                                                            | 2,06   |
| Potasse et soude . . . . .                                                                    | traces |
| Acide carbonique. . . . .                                                                     | 9,20   |
| Eau combinée chimiquement et matières or-<br>ganiques . . . . .                               | 4,67   |
| Total. . . . .                                                                                | 100,00 |

Nous avons fait une seconde analyse portant sur la couche superficielle du limon, celle qui doit être la plus riche en matières organiques. L'échantillon qui nous a été remis par M. Forel provenait, selon ses indications, de la profondeur de 30 à 40 mètres devant Morges, et représentait la couche brune superficielle qui avait été sépa-

rée du limon sous jacent par un tamisage rapide. (Voir § XIX.)

Le limon envoyé dans une bouteille a été laissé en repos pour pouvoir décanter la majeure partie de l'eau surnageante; le reste a été évaporé jusqu'à siccité dans une capsule en platine: la substance réduite en poudre fine a été ensuite desséchée à l'étuve chauffée de 105 à 110°.

**Analyse II. Limon du Léman. 35", devant Morges.**

100 parties du limon sec contiennent :

Partie inattaquable par l'acide

chlorhydrique (silicates et si-

lice; il y a beaucoup de mica) 66,88

Oxyde de fer . . . . . 3,36

Alumine . . . . . 1,80

Chaux . . . . . 12,39

Magnésie. . . . . 1,92

Acide carbonique. . . . . 9,80

Acide phosphorique . . . . . 0,12

Acide sulfurique . . . . . traces

Matières organiques . . . . . 3,73

{ carbone = 2,41  
azote = 0,26

100,00

Ainsi ce limon ne diffère du limon précédemment examiné que par une plus grande quantité de matières organiques non décomposées. Desséché, il a la même apparence.

E. R. et W.

§ IV. **Méthode de dragage.**

Dans des bassins aussi peu profonds que nos lacs suisses, dans des lacs qui sont souvent calmes comme un miroir ou ridés seulement par les vagues des brises, il n'est point besoin pour le dragage du fond d'avoir recours aux appareils compliqués et dispendieux dont l'usage est indispensable dans les grandes profondeurs de l'Océan. La drague dont je me sers est aussi simple que possible, et elle suffit complètement à toutes les nécessités des sondages zoologiques qui ne dépassent pas 300 mètres de fond. <sup>(1)</sup>

Ma drague consiste en un bidon de fer-blanc de 1, 2 ou 3 litres de capacité, attaché par une ficelle de 3 ou 4 mètres de long au plomb de la sonde. Lorsque je traîne le plomb sur le fond du lac, le bidon se couche de côté et se remplit facilement et promptement de limon.

Pour les naturalistes qui voudraient répéter ces sondages, quelques essais pratiques sur le lac en apprendront plus que toutes les indications et descriptions; je crois cependant pouvoir leur être utile en leur donnant les conseils suivants :

a. Rendez tranchant le bord du bidon, en enlevant le cercle de fil de fer autour duquel il est émoussé.

b. Employez des fils de sonde aussi minces que possible pour diminuer le frottement de l'eau sur la corde au moment du dragage.

c. Employez pour plomb de sonde des poids de plus en

<sup>(1)</sup> Je ne parle pas ici du lac de Côme ni du lac Majeur dont la profondeur de 604 et de 854 mètres demandera probablement des moyens plus puissants que ceux décrits ici.



plus lourds, à mesure que la profondeur des sondages augmentera. A 25 mètres, un poids de 1 k. me suffit, avec une sonde qui nécessite un poids de 2 k. à 100 m. de fond.

*d.* Employez des poids plus lourds avec des sondes dont le fil est plus épais. Ma grande sonde dont la corde a 6 millimètres de diamètre nécessite pour le dragage entre 200 et 300 mètres des poids de 4 à 5 k.

*e.* Lâchez au moment du dragage, en sus de la corde nécessaire pour atteindre le fond, une longueur égale à au moins la moitié de cette profondeur, de manière à ce que la sonde soit suffisamment inclinée et que le plomb ne soit pas trop soulevé au-dessus du sol, dans les efforts de traction. •

*f.* Ne lâchez pas cependant trop de corde en excès, car les frottements deviennent énormes sur une corde très longue et vous auriez de la peine à faire trainer le plomb sur le fond si votre ligne était trop déroulée.

*g.* Au moment du dragage, après avoir dévidé la quantité de corde jugée nécessaire, faites ramer jusqu'à ce que la ligne soit tendue. Faites donner alors quatre à cinq coups de rame énergiques, puis faites arrêter le bateau. La traction opérée sur la corde relève légèrement le plomb au-dessus du limon, et le dragage se fait si le plomb n'est pas trop soulevé. Si la traction est continuée trop longtemps et trop énergiquement, la drague tout entière quitte le fond et ne fonctionne plus. Faites donc arrêter le bateau jusqu'à ce que le plomb soit retombé sur le sol; puis recommencez à ramer de la même manière à deux ou trois reprises, et si l'opération a bien réussi, vous ramènerez sur le bateau le bidon plein de limon.

*h.* Si la profondeur est supérieure à 75 mètres, pendant que le rameur appuiera fortement sur l'aviron, retirez rapidement la corde à vous, de manière à augmenter le trainage du plomb sur le limon.

F.-A. F.

---

### § V. Recherche des animaux.

Je décrirai ici les deux méthodes qui m'ont jusqu'à présent servi pour capturer les animaux vivants dans le limon. Ces deux méthodes peuvent chacune donner des résultats importants et doivent être employées l'une et l'autre pour une étude complète de la faune des grandes profondeurs des lacs d'eau douce.

Dans la première méthode la plus lente, mais aussi la plus sûre, je laisse reposer le limon dans de grandes terrines plates sous une couche peu profonde d'eau, et je vais chaque jour pêcher les animaux qui sortent du limon. Cette pêche peut se prolonger d'une manière fructueuse pendant huit ou dix jours en donnant chaque jour des résultats nouveaux et variés; cela surtout si la température de l'air n'est pas trop élevée ou si l'eau des bassins ne se réchauffe pas trop. Les animaux des grands fonds amenés à la surface sont en effet tués, par la chaleur probablement, et beaucoup d'espèces ne tardent pas à périr dans l'eau qui recouvre le limon si cette eau prend une température trop élevée; leurs cadavres se retrouvent alors, à la surface de l'eau pour la plupart des crustacés, au fond de l'eau pour les autres groupes d'animaux.

Les animaux vivants sortent donc du limon et viennent librement nager dans l'eau (arachnides, crustacés,

turbellariés) ou ramper à la surface du fond (gastéropodes, pisidium, hydres, etc.); quelques-uns ne sortent du limon que lorsqu'ils souffrent ou vont mourir (larves de diptères, vers chétopodes).

Lorsque la pêche n'est plus fructueuse dans mes bassins j'ai recours à d'autres procédés pour obtenir d'autres animaux qui sont encore cachés dans le limon. Je commence par sortir l'eau à l'aide d'un siphon et quand la surface du limon commence à sécher je vois les pisidium et les cypris tracer les méandres qui signalent leur marche sur la couche encore molle de l'argile. Enfin je laisse sécher complètement le limon jusqu'à ce qu'il ait à peu près la consistance du beurre ou du fromage, puis j'en sépare un morceau que je laboure en le râclant délicatement avec un couteau. Pour cela je promène sur la coupe de ce morceau d'argile la lame d'un couteau que j'incline suivant un angle de 45 degrés en le faisant marcher du côté tranchant vers le dos. A chaque mouvement j'enlève ainsi une mince épaisseur de limon et je couche dans la partie restante du bloc les animaux qui ont été en partie mis au jour. Ils apparaissent alors sous la forme de lignes et de traits distincts tranchant nettement sur la couleur du limon. J'obtiens par ce procédé des larves d'insectes, les vers chétopodes, et surtout les vers nématoides en très grand nombre.

Cette méthode est assez lente, on le voit, mais lorsque le temps ne fait pas défaut elle est très recommandable; elle permet d'obtenir les animaux vivants non altérés pour l'étude zoologique et physiologique. J'évalue à une centaine le nombre des animaux vivants que je retire par ce procédé d'un litre de limon.

Dans ma deuxième méthode je tamise le limon avec

des tamis de plus en plus fins. Mais il est indispensable pour obtenir un résultat satisfaisant de ne pas tamiser le limon brut, tel qu'il est retiré du fond de l'eau; il faut le laver à grande eau, le diluer dans une masse énorme de liquide, de manière à n'avoir plus en définitive que de l'eau sale ou de l'eau louche. C'est cette eau que l'on fait passer sur les tamis. Par ce procédé on obtiendra sur les différents cribles tous les animaux que renferme le limon, aussi bien les animaux vivants que les débris d'animaux morts; les animaux vivants, si l'on a opéré avec suffisamment de délicatesse, sont assez peu altérés pour qu'on puisse en faire une très bonne étude. Sur les tamis les plus grossiers l'on trouve les gros vers, les mollusques vivants et les coquilles des mollusques morts, les larves d'insectes, les polypiers de bryozoaires, les gros turbellariés, les gros crustacés; sur les tamis les plus fins les petites espèces, les œufs, les excréments d'animaux, les protozoaires, les algues, et surtout en nombre immense, les débris de carapaces d'entomostracés. Ces derniers sont en nombre incroyable; entomostracés de la faune profonde, de la faune littorale et de la faune pélagique, leurs débris sont si nombreux que j'ose évaluer de cinq à dix mille les fragments que j'ai recueillis dans un litre de limon du Léman.

Cette méthode est très expéditive. Elle permet de collecter rapidement un nombre considérable d'individus de chaque espèce; elle permet de jeter en très peu de temps un coup-d'œil sur la faune du lac qu'on explore au passage. Combinée avec la méthode précédente elle permet une étude complète de la faune profonde d'un lac.

Je dois cependant faire ici la remarque que ces deux méthodes ne sont pas suffisantes au point de vue de

l'étude des protozoaires. Comme on le verra plus bas je n'ai pas encore su trouver un procédé satisfaisant pour la recherche des infusoires et des rhizopodes, qui selon toutes probabilités sont cependant très développés dans les grands fonds. Il y a là dans mes méthodes de recherche une lacune qui je l'espère sera bientôt comblée.

F.-A. F.

---

### § VI. Conditions de milieu.

Dans mon introduction publiée en 1869 j'ai établi comme suit les conditions de milieu auxquelles est soumise la faune profonde de nos lacs d'eau douce.

1<sup>o</sup> La pression est considérable, augmentant d'une atmosphère par 10 mètres de profondeur d'eau.

2<sup>o</sup> La température est constante, sans variations diurnes ou annuelles. Il n'y a pas de saisons au point de vue de la température.

3<sup>o</sup> La température est fort basse, de 5 à 8 degrés suivant les lacs.

4<sup>o</sup> Il règne dans les régions profondes un repos absolu.

5<sup>o</sup> La lumière est nulle ou considérablement atténuée (Voir § VII.)

6<sup>o</sup> La flore enfin est presque entièrement annulée (Voir §§ XVII, XVIII et XIX.)

A ces conditions j'en ajouterai deux autres :

7<sup>o</sup> Les animaux sont, vu l'énorme couche d'eau qu'ils auraient à traverser, dans l'impossibilité de venir à la surface respirer l'air en nature. L'énonciation de cette vérité

qui peut sembler au moins banale n'est pas aussi inutile à formuler qu'il le paraît au premier abord; nous verrons en effet au moins deux groupes d'animaux aériens vivant dans ces profondeurs (limnées et larves de diptères) qui par suite de cette condition spéciale sont forcés de modifier leur genre de vie normale et physiologique

8° L'eau est rarement pure dans les grands fonds; elle est le plus souvent trouble. L'on se ferait une idée très fausse du fond du lac si l'on supposait que l'eau y est normalement aussi pure et aussi transparente que nous la connaissons à la surface. Pendant tout l'été, en effet, le Rhône charrie dans le lac des eaux glaciaires limoneuses, dont la température varie de 6 à 10 degrés (en moyenne à Lavey 7° à 9°, Dr Antoine Pellis). Cette eau, plus froide que l'eau de la surface, plonge, comme on le sait, à la *Bataillère* (bouches du Rhône), pour aller gagner les couches profondes dont la température, et par suite la densité sont égales à la sienne. Là, l'eau trouble s'étend en nappe horizontale, et le limon qui la salit se dépose lentement dans les plus grands fonds <sup>(1)</sup>.

Pendant tout l'été, par conséquent, l'eau doit être trouble dans les régions profondes du lac. Dans les autres saisons, les ruisseaux et torrents sont fréquemment salis par les eaux de pluie et les eaux de fonte de neige. Ce n'est donc guère qu'en hiver, à la suite de longues séries de gels continus ou de beau temps sec, que les eaux des

(1) Ce fait n'est pas une simple supposition. M. H. Carrard voulant un jour d'été, devant Ouchy, chercher de l'eau fraîche par le procédé bien connu des bateliers (en faisant descendre dans l'eau une bouteille fermée par un bouchon, lequel, lorsque la pression est assez forte est renforcé dans la bouteille et laisse entrer l'eau) a ramené de l'eau très froide, mais louche et opaline comme l'eau glaciaire.

grands fonds peuvent être absolument claires ; ce n'est, en effet, que dans ces circonstances que tous les affluents du lac lui amènent ensemble de l'eau transparente et propre.

F.-A. F.

---

#### § VI. Recherches photographiques sur la transparence de l'eau.

Parmi les animaux que nous connaissons au fond du lac, deux espèces au moins sont aveugles ; un *Gammarus* et un *Asellus* ont entièrement perdu les organes de la vision, et l'on ne distingue chez eux plus même les traces des yeux si brillants des autres espèces congénères. Ces deux espèces sont en outre d'un blanc mat, atone qui rappelle la couleur des animaux des cavernes. Ces animaux ont subi, semble-t-il, les modifications des êtres qui ont vécu depuis de longues séries de générations dans un milieu absolument obscur, et sans vouloir me prononcer sur la similitude ou la différence spécifique entre ces crustacés du Léman et ceux que les naturalistes wurtembergeois ont découvert dans la grotte de Falkenstein, près Urach<sup>(1)</sup>, je crois pouvoir au moins les assimiler entièrement au point de vue de leur habitus général.

D'une autre part, un grand nombre d'espèces de la faune profonde, appartenant aussi bien aux crustacés qu'à d'autres groupes, ont des yeux parfaitement bien développés. Les Hydrachnelles, Cyclops, Lyncées, Limnées,

<sup>(1)</sup> Beiträge zur Kenntniss der Württ. Höhlenfauna, von Dr R. Wiedersheim. Würzburg 1873, p. 4.

S. Fries. Die Falkensteiner Höhle, ihre Fauna und Flora. Sep. Abd. a. d. Württ. naturwiss. Jahreshften 1874, p. 29.

Piscicoles, plusieurs Turbellariés, ont des appareils visuels très évidents et très distincts. Leurs couleurs sont encore très vives. (Hydrachnelle, Piscicole, Hydre). Ces animaux ne semblent absolument pas modifiés par un milieu obscur.

Il y a donc dans la faune profonde du Léman un mélange d'animaux des régions obscures et des régions éclairées ; il y a l'indication sur certaines espèces de l'action de l'obscurité, sur d'autres espèces cette action a été nulle. Quelle est la cause de cette différence d'action ? Nous ne tenterons pas d'aborder directement ce problème, pour le moment du moins. Nous voulons commencer par essayer de déterminer d'une manière précise les conditions physiques dans lesquelles vivent ces animaux au point de vue de la lumière et de l'obscurité. Nous voulons nous contenter, comme première base pour la solution de la question, de déterminer la profondeur à laquelle pénètrent les rayons solaires, de rechercher s'il est une limite à cette pénétration, et à quelle profondeur se trouve cette limite.

Dans l'impossibilité où nous sommes d'aller étudier directement l'action lumineuse dans les profondeurs du lac, et en l'absence de preuves qui nous permettent de mesurer les rayons lumineux proprement dits, nous en sommes réduits à aborder la question par voie détournée et à chercher les conditions de la pénétration des rayons chimiques ou actiniques. J'ai employé dans cette étude et avec un plein succès, le chlorure d'argent, l'agent des photographes.

Je passe rapidement sur mes premiers essais faits à Villeneuve au mois d'avril 1873, avec du chlorure d'argent précipité dans une bouteille de verre transparent ;



quelques expériences faites à 60<sup>m</sup> de fond m'ont donné des résultats négatifs. Je décris immédiatement le mode de procédé auquel je me suis définitivement arrêté.

J'emploie le papier albuminé et salé des photographes que je sensibilise en le plongeant pendant 10 minutes dans une solution de 8 pour cent de nitrate d'argent. Je laisse sécher ce papier dans l'obscurité et je le découpe en feuilles carrées de 7 centimètres de côté.

Muni d'une de ces feuilles soigneusement protégée contre la lumière dans un livre bien fermé, je me rends dans un bateau jusqu'à l'endroit où je veux faire mon expérience et j'en détermine exactement la position par deux alignements, la profondeur par un sondage. J'attends alors sur place que la nuit soit suffisamment obscure pour que le papier sensibilisé ne soit plus affecté par la lumière du crépuscule.

Je fixe alors ma feuille de papier sensibilisé dans un appareil consistant en deux feuilles de verre; la feuille inférieure est liée à une lame de plomb dont le poids fait ancre et maintient l'appareil dans une position horizontale; la feuille supérieure, mobile, est vernie en noir sur la moitié de sa surface de manière à intercepter sur une partie du papier l'action des rayons solaires et à permettre une comparaison entre la partie affectée et la partie protégée. Le papier sensibilisé est glissé entre les deux feuilles de verre et la feuille supérieure est fixée par un cadre de cire à cacheter et un ressort en fil de fer sur la feuille inférieure.

J'ai soin avant de descendre l'appareil de mouiller les deux faces du papier photographique et de le faire baigner dans une couche d'eau de manière à éviter les bulles d'air qui feraient tache sur l'épreuve.

L'appareil est maintenu horizontal par quatre fils de laiton attachés aux angles de la feuille de plomb, une corde permet de le descendre jusqu'au fond du lac et une bouée m'aide à le retrouver le lendemain. L'opération de la descente se fait à la nuit noire.

Je laisse reposer l'appareil au fond de l'eau pendant 24 heures et le lendemain, après avoir, de jour, retrouvé la bouée, j'attends la nuit pour le retirer sur mon bateau. Je traite immédiatement le papier photographique à l'aide du fixatif ordinaire (solution d'hyposulfite de soude au 15 pour 100 pendant 5 minutes, puis lavage à l'eau du lac pendant 24 heures) de manière à enlever l'excès de sels d'argent et à obtenir une épreuve inaltérable et comparable à celles d'autres expériences.

Je me suis fait en outre une échelle, soit gamme de tons qui me permet d'indiquer par un chiffre l'intensité de l'action lumineuse. Par un beau jour d'été, le 22 juillet 1873, à 11 heures du matin, j'ai exposé au soleil une feuille de papier photographique de telle manière que la première bande de cette feuille ait été soumise à l'action solaire pendant 5 secondes, c'est le n° 1 de ma gamme, la deuxième, n° 2, pendant 10 secondes, la troisième, n° 3, pendant 15 secondes et ainsi de suite. En comparant à cette échelle les épreuves obtenues dans le lac, je puis dire que dans telle expérience l'action chimique pendant un jour dans le lac a été égale à celle d'une exposition au soleil dans l'air pendant 10 ou 20 ou 40 secondes.

C'est à l'aide de ce procédé que j'ai fait les expériences suivantes :

*Expérience A — I. 23 juillet 1873. 2 mètres de fond.*

Exposition pendant un jour au bord du lac devant Morges. 23 juillet, ciel bleu. Eau très louche, à un mètre de fond je cesse d'apercevoir un objet blanc. — Effet photographique maximum. La moitié non protégée du papier sensibilisé est toute noire.

*Expérience A — II. 30 juin 1873. 27 mètres de fond.*

Devant Morges. Deux jours d'exposition. 30 juin, ciel nuageux. 1<sup>er</sup> juillet, ciel très nuageux. -- Effet photographique sensible; intermédiaire aux nos 1 et 2 de l'échelle, soit comparable à l'exposition de 5 à 10 secondes à l'air.

*Expérience A — III. 11 juillet 1873. 40 mètres de fond.*

Devant Morges. Trois jours d'exposition. Le 11 juillet, ciel clair; le 12, ciel nuageux; le 13, ciel clair. — Effet photographique sensible, analogue au n° 1 de l'échelle, soit à l'exposition pendant 5 secondes au soleil.

*Expérience A — IV. 21 juillet 1873. 50 mètres de fond.*

Devant Morges. Un jour d'exposition. 21 juillet, ciel clair. — Effet photographique nul.

*Expérience A — V. 25 juin 1873. 60 mètres de fond.*

Devant Morges. Deux jours d'exposition. 25 juin, ciel clair; 26, ciel clair. — Effet photographique nul.

De ces expériences je conclus que l'effet chimique de la lumière s'arrête, en été, devant Morges, entre 40 et 50 mètres de fond; j'appellerai ce point *limite d'obscurité absolue*. Pour être exact je devrais dire plutôt limite de l'action chimique des rayons solaires; ce ne sont pas en effet des rayons lumineux mais des rayons chimiques qui agissent sur le chlorure d'argent. Mais comme, d'une part, nos sens ne perçoivent que les impressions lumineuses et sont absolument ignorants des impressions chimiques, comme d'autre part il est probable que les rayons lumineux suivent les mêmes lois pour leur pénétration dans l'eau que les rayons chimiques, je préfère employer ce mot qui parle d'une manière plus saisissante à

l'imagination. La limite de pénétration des rayons lumineux est-elle plus ou moins profonde que celle des rayons chimiques, c'est ce que je me sens incapable de décider. Mais ce que je crois pouvois admettre c'est que les lois déterminées pour la pénétration du rayon chimique sont valables pour le rayon lumineux, toute réserve étant faite pour les valeurs numériques qui expriment ces lois.

Ceci étant bien réservé je reprends mon raisonnement : J'ai dit que la limite de l'action chimique que j'appelle la limite d'obscurité absolue est située entre 40 et 50 mètres de profondeur, en été, devant Morges.

Je dis *devant Morges*, car il est probable que cette limite n'est pas à la même profondeur dans toutes les régions du lac ; il est probable, par exemple, que près des bouches du Rhône, les eaux boueuses de ce fleuve glaciaire salissant le lac, comme chacun le sait, la limite de l'action solaire doit être sensiblement moins profonde ; il est possible aussi que dans le petit lac, les eaux superficielles relativement plus troubles étant sans cesse élevées par l'émissaire du lac, la limite d'obscurité absolue soit plus profonde dans les environs de Genève que dans le grand lac. Mais d'après les circonstances générales du lac et la position de Morges je crois cependant pouvoir dire que les expériences ci-dessus sont bien dans des conditions moyennes et peuvent être étendues à la plus grande partie du lac.

Je dis ensuite que la limite d'obscurité absolue est entre 40 et 50 mètres *en été*. Au premier abord cette réserve peut sembler inutile et les personnes qui ne sont pas familiarisées avec les conditions de notre lac proposeront peut-être de remplacer ces mots *en été*

par ceux de *au maximum* indiquant ainsi la plus grande profondeur à laquelle peuvent pénétrer les rayons solaires. C'est en effet le 21 juin que la durée du jour est la plus grande, que le soleil est le plus élevé sur l'horizon, c'est en été que l'atmosphère est la plus transparente et le soleil le plus brillant. Il peut donc sembler absurde d'aller chercher dans d'autres saisons une limite d'obscurité absolue plus profonde que celle de l'été. Mais, pour qui connaît la transparence cristalline des eaux du Léman pendant les mois d'hiver, et pour qui lui compare le louche opalin de ces mêmes eaux en été, la question devait au moins être étudiée, et quelque courte que soit la journée, quelque bas que soit le soleil sur l'horizon, quelque épais que fussent les nuages vers le solstice d'hiver, je n'en ai pas moins entrepris les expériences suivantes qui m'ont donné les résultats les plus affirmatifs.

*Expérience A — VI. 22 décembre 1873. 40 mètres de fond.*

Devant Morges. Un jour d'exposition. 22 décembre, brouillard le matin; ciel clair depuis une heure du soir. — Effet photographique analogue au n° 5 de l'échelle, soit à l'exposition à l'air pendant 25 secondes.

*Expérience A — VII. 23 décembre 1873. 50 mètres de fond.*

Devant Morges. Deux jours d'exposition. 23 décembre, brouillards, éclaircies de soleil; le 24, brouillards, éclaircies peu fréquentes. — Effet photographique sensible, analogue au n° 7 de l'échelle, soit à une exposition à l'air de 35 secondes.

*Expérience A — VIII. 20 janvier 1874. 68 mètres de fond.*

Devant Morges. Un jour d'exposition. 20 janvier, couvert jusqu'à 11 heures, éclaircies jusqu'à 1 heure, clair dans l'après-midi. — Effet photographique sensible, moins fort que le n° 1 de l'échelle, soit inférieur à une exposition à l'air de 5 secondes.

*Expérience A — IX. 15 février 1874. 80 mètres de fond.*

Devant Morges. Un jour d'exposition. 15 février, temps nuageux, quelques éclaircies très courtes, entr'autres à midi et quart,

soleil très pâle. — Effet photographique sensible, moins fort que dans l'expérience VIII, inférieur, par conséquent, à l'effet de l'exposition de 5 secondes en plein soleil à l'air.

Ces expériences permettent d'établir que tandis que la limite d'obscurité absolue était entre 40 et 50 mètres de profondeur en été, elle est dans les mois de décembre et de janvier entre 70 et 80 mètres, dans le mois de février entre 80 et 100 mètres. Mais nous n'avons pas encore là le maximum possible. En effet, la période de transparence de l'eau dure jusqu'en avril et à la fin de cette période le soleil étant beaucoup plus élevé sur l'horizon nous avons tout lieu d'admettre que ses rayons pénétreront plus profondément. C'est ce que prouve l'expérience suivante :

*Expérience A — X. 25 février 1874. 50 mètres de fond.*

Devant Morges. Un jour d'exposition. 25 février, beau temps jusqu'à 2 heures après midi, soleil assez pâle. — Effet photographique très fort, près du maximum, dépassant du double le n° 10 de mon échelle, qui donne l'exposition pendant 50 secondes au soleil, à l'air.

Si je compare ce résultat à celui que m'a donné l'expérience VII du 23 décembre, je constate un effet beaucoup plus puissant au mois de février, effet que j'attribue en partie à la plus grande hauteur du soleil au-dessus de l'horizon.

J'espère dans un prochain rapport être à même de donner des chiffres et des dates définitives sur la profondeur maximum de la limite d'obscurité absolue.

Pour le moment je veux me contenter des faits positifs obtenus jusqu'à présent :

1° La limite d'obscurité absolue est, en été, devant Morges entre 40 et 50 mètres.

2° Cette limite est plus profonde en hiver par suite de la plus grande transparence des eaux.

Il résulte de ces deux conclusions qu'à une certaine profondeur, vers 50 et 100 mètres, il doit régner une distribution fort singulière des jours et des nuits. Durant la saison d'été une longue nuit de 6 mois environ ne laisse pénétrer aucune lumière (de mai en octobre). En hiver, au contraire, des jours relativement très courts viennent couper des nuits d'autant plus longues que le point d'observation est situé plus profondément. Si nous descendons enfin près de la limite maximale d'obscurité absolue, la saison d'hiver doit présenter vers l'époque du solstice une seconde nuit de très longue durée correspondant à la période où le soleil est trop bas sur l'horizon pour envoyer ses rayons aussi profondément. Je ne veux pas fatiguer le lecteur en étudiant toutes les possibilités de distribution des jours et des nuits dans les profondeurs du lac, ou en les comparant aux jours et nuits polaires ou tropicaux de notre atmosphère terrestre. Le seul point sur lequel je veux insister c'est la distribution fort inégale des jours et des nuits, et cela de plus en plus au détriment du jour à mesure que nous descendons dans des couches plus profondes ; l'obscurité absolue enfin qui doit perpétuellement régner dans les grandes profondeurs.

Revenons à la faune profonde et à ses rapports avec la lumière. Là, j'ai deux faits à signaler :

1° L'existence de crustacés aveugles bien au-dessus de la limite d'obscurité absolue même en été. Le *Gammarus* aveugle qui se rencontre en grande abondance jusqu'à 300 mètres de fond est très fréquent entre 30 et 50<sup>m</sup>(<sup>1</sup>).

(<sup>1</sup>) Il y a là quelque chose d'analogue à ce qu'indique Wiedersheim dans la Grotte de Falkenstein. Il trouve un *Gammarus*

2° L'existence à 300 mètres de fond, à une profondeur qui dépasse de beaucoup la limite d'obscurité absolue, d'animaux munis d'yeux. (Hydrarachna, Cyclops, Limnée, etc.)

Ces deux faits semblent l'un et l'autre contradictoires, et le problème dont j'ai posé les termes au commencement de ce paragraphe paraît s'être plutôt compliqué et s'être éloigné de sa solution par les faits que je viens de décrire.

Il est au contraire un fait d'histoire naturelle jusqu'à présent inexpliqué et dont nous donnerons la raison à l'aide des recherches ci-dessus exposées. Ce sont les migrations des poissons. Chacun sait que les poissons d'eau douce émigrent en hiver et quittent les bords et la surface, où ils jouaient en été, pour aller s'enfoncer dans les grands fonds<sup>(1)</sup>. Pour quelques espèces, ces migrations correspondent à la période du frai; mais pour le plus grand nombre la saison de la reproduction est beaucoup plus tardive, et la cause de cette migration ne peut être cherchée dans les nécessités de cette fonction. Les différences de température de l'eau ne peuvent pas non plus être invoquées; car si en été la surface est plus chaude que le fond, en hiver, à l'époque où les poissons

aveugle, sous une pierre dans le ruisseau à l'entrée de la cave, mêlé avec des Gammarus munis d'yeux et colorés distinctement. (Wiedersheim, loc. cit. p. 5.) Cependant je n'ai jamais constaté dans le lac ce mélange de Gammarus aveugles et oculés. — L'analogie est encore plus grande avec les faits constatés dans l'Océan Atlantique, où, aux mêmes profondeurs, vivent côte à côte des crustacés munis d'yeux très développés et des crustacés aveugles. (V. A. Humbert, Expéd. sc. du Challenger. Arch. des sc. ph. et nat. Genève, mars 1874.)

(1) Voir § VIII l'étude de M. Chatelanat sur les migrations des poissons.



émigrent dans les grands fonds, les profondeurs du lac sont aussi froides que la surface. L'eau n'atteignant jamais ou presque jamais, dans le grand lac du moins, la température du maximum de densité ( $4^{\circ},12$ ) il n'y a jamais inversion de la température et la surface est toujours plus chaude ou aussi chaude que le fond. La raison de la température ne peut donc pas être invoquée.

Je proposerai d'expliquer les migrations par des raisons de lumière et je dirai : En hiver les poissons peuvent descendre dans les grands fonds parce que l'eau, plus transparente, laisse pénétrer plus bas les rayons lumineux. En été, ils abandonnent ces régions condamnées à une longue nuit de 6 mois de durée.

Et s'il faut encore donner la raison de l'attraction qui appelle en hiver les poissons dans les régions profondes du lac, je la chercherai dans les conditions de la nourriture. Les herbes aquatiques des bords du lac qui, en été, provoquaient le développement d'une faune littorale abondante et variée, périssent en hiver et toute cette faune disparaît ou sommeille. En hiver, les bords du lac n'offrent plus de nourriture aux poissons. Il n'en est pas de même des régions profondes; la faune des profondeurs que nous étudions n'est pas soumise à ces conditions climatiques; elle est aussi abondante en hiver qu'en été et peut satisfaire aux besoins de nourriture des poissons. D'une autre part, nous venons de constater que ces régions obscures en été, sont éclairées en hiver, que les poissons peuvent les aller visiter et y chercher leur nourriture. Nous avons donc, si je ne me trompe, la solution du problème de la migration des poissons dans la combinaison des deux facteurs, nourriture et lumière, combinaison que je formulerai dans ces termes :

En été, nourriture abondante dans la faune littorale ; les régions profondes sont inhabitables par suite de l'obscurité absolue ; les poissons montent près de la surface.

En hiver, faune littorale nulle ; faune profonde persistante ; possibilité d'aller, par suite de la transparence de l'eau, chercher les animaux inférieurs dans des régions inaccessibles en été ; les poissons descendent dans les fonds.

Voici ce que m'écrit, à ce sujet, M. H. Carrard, de Lausanne. « Des pêcheurs vieux et expérimentés m'ont affirmé que le poisson prend toujours fond lorsque le lac est clair. En hiver le lac est extrêmement transparent ; les filets avec lesquels on pêche la fêra à 300 mètres de profondeur sont retirés parfaitement propres, tandis qu'en été ils sont toujours plus ou moins sales. Les pêcheurs sont convaincus que les fêras voient clair dans les très grandes profondeurs (300 mètres) ; cependant ils en ont pris dans leurs filets de jour <sup>(1)</sup> comme de nuit. »

Ces observations, qui m'ont été encore répétées par d'autres pêcheurs, m'encouragent à énoncer l'explication donnée ci-dessus des migrations des poissons.

F.-A. F.

(<sup>1</sup>) Au sujet de cette dernière remarque que les pêcheurs ont pris des fêras de jour comme de nuit dans leurs filets tendus à de grandes profondeurs je dois faire observer ce qui suit. Si nous admettons que la lumière pénètre jusqu'aux très grandes profondeurs, cependant tout nous prouve que cette pénétration ne peut avoir lieu que lorsque le soleil est assez haut sur l'horizon (voir Exp. VII et X) ; il en résulte que dans les grandes profondeurs le jour, à savoir le moment où la lumière règne en opposition à la nuit, doit être fort court en hiver, et ne peut correspondre du tout avec la durée du jour dont les pêcheurs jouissent dans l'atmosphère. Le jour lacustre est plus court que le jour atmosphérique.

---

**§ VIII. Note sur les migrations des poissons  
du lac Léman,**

par M. H. Chatelanat, V. D. M., à Lausanne.

J'essaierai de décrire rapidement les migrations des principales espèces de poissons du lac Léman, autant du moins qu'elles sont connues des pêcheurs; j'indiquerai leur habitat suivant les diverses saisons autant que possible pour chaque espèce.

1<sup>o</sup> La *Lote* habite toute l'année dans les profondeurs moyennes entre 10 et 50 mètres. Elle suit volontiers dans ses chasses les migrations des autres espèces qui vont frayer; c'est ainsi qu'en février on la pêche dans les très grands fonds du lac, à 200 et 300 mètres, alors qu'elle va y chercher le frai de le féra.

La *lote* fraie en février en beine, dans les localités rocailleuses et pierreuses.

2<sup>o</sup> La *Perche*, lorsqu'elle est vieille, habite en été les profondeurs moyennes du lac; les grosses perches se pêchent entre 20 et 30 mètres: les jeunes perches (demi-perches et perchettes) passent au contraire l'été en beine aussi bien dans les localités pierreuses que dans celles qui sont couvertes d'herbes.

Au mois d'octobre ou de novembre elles descendent toutes dans les profondeurs de 30 à 60 mètres où elles passent l'hiver jusqu'au mois d'avril. A cette époque elles remontent en beine et y frayent au milieu des pierres et des herbes aquatiques.

3<sup>o</sup> La *Truite* vit en été au bord du mont, entre 20 et 50 mètres; c'est du moins dans ces régions qu'elle passe la journée, car pendant la nuit elle entre en beine pour y chasser.

Au mois d'octobre et de novembre elles s'approchent des embouchures des rivières et attendent là un jour de crue, qui grossissant et troublant les eaux, leur permettra d'y entrer sans trop de danger et d'y déposer leur frai. Cette opération terminée, elles rentrent au lac et y passent l'hiver à des profondeurs variables suivant la température et la pression barométrique. Les pêcheurs, en effet, ont reconnu qu'elles se trouvent à une profondeur d'autant plus grande (jusqu'à 30 mètres) que l'eau est plus chaude et que le baromètre est plus bas ; lorsque l'eau est très froide et que le baromètre est haut, l'on pêche la truite au fil courant de 3 à 25 mètres de profondeur.

4° L'*Omble chevalier* vit pendant toute l'année dans les profondeurs de 50 à 60 mètres ; il vient frayer au bord du mont en janvier et février.

5° La *Féra* fraie en février dans les plus grands fonds du lac entre 200 et 300 mètres. Sitôt après le frai elle s'élève dans les eaux de 20 à 30 mètres de fond et se rapproche du bord. On la pêche cependant encore en plein lac (la monte des Savoyards).

Au mois d'août, de septembre ou d'octobre la *Féra* redescend un peu plus bas, entre 50 et 70 mètres, où elle passe l'hiver jusqu'au moment de la fraie.

6° Les *Cyprins* (la carpe, la tanche, le vengeron, l'ablète, etc.), ont tous à peu près les mêmes mœurs ; ils vivent en été en beine, descendent en hiver à une profondeur de 30 à 60 mètres, et remontent au printemps pour frayer en beine.

7° Le *Brochet* suit pas à pas dans leurs migrations les cyprins dont il fait sa nourriture avec une voracité que chacun connaît.

Il fraie dans les roseaux au mois de mars, vit en été dans les eaux superficielles, et descend en hiver dans les profondeurs de 30 à 60 mètres.

H. C.

---

### **§ IX. Nouvelle méthode de sondages thermométriques.**

La température des couches profondes des eaux dormantes est fort intéressante à étudier, et sa détermination peut être très importante pour des recherches telles que celles qui font l'objet de nos travaux. Malheureusement les sondages thermométriques sont loin d'être simples et faciles. Sans entrer ici dans la critique des différentes méthodes de la thermométrie dans les profondeurs de la mer et des lacs, je résumerai comme suit les difficultés contre lesquelles le naturaliste a à lutter dans cette étude. Il ne peut employer des thermomètres à minimum, car si l'instrument est sensible, l'index se déplace au moindre choc — il doit préférer des thermomètres à très gros réservoirs dont la capacité soit telle que l'action de la chaleur externe soit nulle pendant la remontée de l'instrument : mais alors l'appareil est excessivement peu sensible et demande un temps énorme pour son équilibration ; — il doit protéger la boule du thermomètre contre la pression qui menacerait de l'aplatir et de fausser totalement le résultat ; pour cela il doit employer des thermomètres enfermés dans plusieurs enveloppes hermétiquement soudées : mais alors l'appareil s'équilibre encore plus lentement. En définitive, un bon sondage thermométrique est une opération compliquée qui demande plusieurs heures de travail,

se fait normalement en deux jours de temps, et réclame l'usage d'instruments construits *ad hoc*.

Mais il peut être utile de connaître la température d'un lac sur les bords duquel l'on est en passage, et en employant un thermomètre ordinaire ; c'est ce que permettra la méthode suivante de beaucoup la plus simple et probablement la plus juste dans certaines limites.

Je drague comme il est dit plus haut (§ IV) à l'aide de mon hidon de fer blanc un ou deux litres de limon, je le ramène aussitôt que possible dans le bateau, et j'en mesure la température avec un thermomètre ordinaire.

Ce procédé est aussi simple que possible. Est-il suffisamment exact ? C'est ce que nous allons rechercher à présent.

Tout d'abord le limon donne bien la température de l'eau ; il n'est pas plus chaud que l'eau du fond, et la température normale de la terre (9° environ à Morges) ne se fait pas sentir sur la couche superficielle. C'est ce que prouve l'expérience suivante :

*Expérience B— I. 19 février 1870.*

Je mesure exactement, par un procédé trop long à décrire, la température de l'eau à différentes profondeurs (surface, 1, 3, 6, 12, 25 et 30 mètres) sur une même perpendiculaire dans le lac, devant Morges, et lui trouve une température partout égale de 5° 4. Je drague ensuite du limon à 30 mètres au même endroit et lui trouve cette même température de 5° 4.

Les variations de température doivent être moins rapides dans le limon immobile que dans l'eau fluide et mobile, et les courants peuvent causer dans la température de l'eau des différences légères qui ne se font sentir que plus lentement dans le limon. Mais précisément parce qu'il est moins sensible que l'eau aux variations acciden-

telles de température, le limon donnera mieux la température moyenne du fond.

La température que je lis dans mon bateau est elle bien la température du limon dans la profondeur; cette température n'a-t-elle pas été modifiée dans l'opération de la remontée de la drague?

Si le dragage a bien réussi, le bidon est plein de limon jusqu'au bord; l'eau ne peut pénétrer dans le limon pendant la remontée et se mélanger avec lui. Le réchauffement du limon ne peut donc avoir lieu qu'à travers les parois du vase ou la surface supérieure du limon, à travers toute la masse. Quelle est la rapidité de ce réchauffement dans ces conditions? c'est ce que les expériences suivantes montrent :

*Expérience B — II. 14 mars 1870.*

Je place un thermomètre au centre de mon bidon de fer blanc rempli de limon du lac à la température de 5° 8, je plonge le bidon dans un baquet plein d'eau à la température moyenne de 28° (extrêmes 27° et 29°), et je constate la vitesse de réchauffement représentée par les chiffres suivants:

| Heures.                 | Températ. du limon. | Heures.                 | Températ. du limon. |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
| 11 <sup>h</sup> 42' 00" | 5° 8                | 11 <sup>h</sup> 49' 50" | 6° 2                |
| 11 <sup>h</sup> 46' 30" | 5° 9                | 11 <sup>h</sup> 50' 35" | 6° 3                |
| 11 <sup>h</sup> 48' 00" | 6° 0                | 11 <sup>h</sup> 51' 15" | 6° 4                |
| 11 <sup>h</sup> 49' 00" | 6° 1                | 11 <sup>h</sup> 51' 50" | 6° 5                |

*Expérience B — III. 16 mars 1870.*

Mêmes conditions que l'expérience précédente, sauf que le limon qui, dans l'expérience II, était dans l'état où l'avait mis l'opération du dragage, a été, pour l'expérience III, fortement tassé dans le bidon de fer blanc par quelques secousses. La température primitive du limon était de 3° 1, celle de l'eau du baquet de 40° (extrêmes 38° et 42°).

| Heures.                | Températ. du limon. | Heures.                | Températ. du limon. |
|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| 9 <sup>h</sup> 42' 00" | 3° 1                | 9 <sup>h</sup> 49' 45" | 3° 5                |
| 9 <sup>h</sup> 47' 10" | 3° 2                | 9 <sup>h</sup> 50' 10" | 3° 6                |
| 9 <sup>h</sup> 48' 30" | 3° 3                | 9 <sup>h</sup> 50' 30" | 3° 7                |
| 9 <sup>h</sup> 49' 10" | 3° 4                | 9 <sup>h</sup> 50' 50" | 3° 8                |

Pour réchauffer le limon d'un dixième de degré il a fallu, dans l'expérience II, 4 minutes 30 secondes; dans l'expérience III, 5 minutes 10 secondes; pour réchauffer le limon d'un demi-degré il a fallu plus de 8 minutes dans les deux expériences.

De là je conclus que si j'emploie moins de 4 minutes pour relever ma sonde j'ai le limon à sa température primitive à moins d'un dixième de degré près.

Il est vrai que lorsque je ramène ma drague je la fais traverser rapidement des couches d'eau plus chaudes que le limon et que pour que mon expérience fût absolument comparative j'aurais dû agiter l'eau du baquet dans lequel plongeait mon bidon. Mais si je fais remarquer que dans ces expériences II et III la différence de température entre le limon et l'eau extérieure était bien plus forte que cela n'a jamais lieu dans des sondages en plein lac (22° dans l'expérience II, 37° dans l'expérience III) je crois pouvoir en déduire que ces expériences sont concluantes et que je dispose bien de 4 minutes pour relever ma sonde.

Quel est le temps nécessaire pour relever la drague ?  
Voici là-dessus quelques données tirées de ma pratique :

Sondage à 75 mètres. Durée de la remontée, 50"

|         |   |        |
|---------|---|--------|
| » 85 »  | » | 1' 15" |
| » 90 »  | » | 1' 25" |
| » 200 » | » | 4'     |
| » 300 » | » | 6'     |

D'après ces données, je pourrais compter sur l'exactitude du dixième de degré jusqu'à 200 mètres de fond. Je crois même pouvoir aller plus loin et admettre cette exactitude presque absolue pour une profondeur quelconque dans les lacs d'eau douce de nos latitudes moyenne.



Je me fonde pour cela sur la distribution de la température dans nos lacs. En effet, si nous l'étudions dans le travail le plus complet sur cette question, celui de MM. Brunner et Fischer Ooster dans le lac de Thun en 1848 et 1849 <sup>(1)</sup>, nous constatons qu'au moment où le lac était le plus réchauffé (le 4 septembre 1848), la température y était distribuée comme suit :

| Profondeur.<br>—<br>Mètres. | Température<br>de l'eau.<br>Degrés C. | Excès sur la<br>tempér. du fond<br>Degrés. C. | Profondeur.<br>—<br>Mètres. | Température<br>de l'eau.<br>Degrés. C. | Excès sur la<br>temp. du fond<br>Degrés. C. |
|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|
| Surface.                    | 18,7                                  | 13,8                                          | 36                          | 6,3                                    | 1,4                                         |
| 3                           | 16,6                                  | 11,7                                          | 48                          | 5,4                                    | 0,5                                         |
| 6                           | 15,0                                  | 10,1                                          | 75                          | 5,2                                    | 0,3                                         |
| 9                           | 14,3                                  | 9,4                                           | 105                         | 5,0                                    | 0,1                                         |
| 12                          | 13,4                                  | 8,5                                           | 135                         | 4,9                                    | 0,0                                         |
| 18                          | 12,1                                  | 7,2                                           | 165                         | 4,9                                    | 0,0                                         |
| 24                          | 10,5                                  | 5,6                                           |                             |                                        |                                             |

De ces chiffres, je conclus que, dans le lac de Thun, la température est constante dans les grands fonds jusqu'à 50 mètres de la surface ; que, dans l'opération qui nous occupe, ce n'est que dans les 50 derniers mètres de la remontée que la drague rencontre des couches assez chaudes pour modifier la température du limon. Mais comme, d'autre part, j'emploie moins d'une minute pour traverser cette couche de 50 mètres, l'exactitude de ma méthode peut être admise même pour les profondeurs les plus considérables du lac de Thun.

Il est vrai que, dans le lac Léman, la température maximale de l'été est plus élevée ; on l'a vue, les 8 et 9 juillet 1859, à midi, dans le courant du Rhône à Genève de 24°,6.

(1) *Archives des sc. ph. et nat.* T. XII, p. 20. Genève 1849.

D'une autre part, les sondages thermométriques de La Bèche <sup>(1)</sup> (octobre 1819), quoique moins complets que ceux du lac de Thun, nous permettent d'étendre au lac Léman les lois trouvées par Brunner et Fischer Ooster pour le lac de Thun, en augmentant seulement un peu la profondeur. Voici un résumé des chiffres de la Bèche :

| Profondeur.<br>—<br>Mètres. | Température<br>de l'eau.<br>Degrés. C. | Excès sur la<br>tempér. du fond.<br>Degrés. C. | Profondeur.<br>—<br>Mètres. | Température<br>de l'eau.<br>Degrés. C. | Excès sur la<br>tempér. du fond.<br>Degrés. C. |
|-----------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1- 5                        | 19,3                                   | 12,9                                           | 40- 50                      | 8,3                                    | 1,9                                            |
| 5-10                        | 18,2                                   | 11,8                                           | 50- 60                      | 7,8                                    | 1,4                                            |
| 10-20                       | 17,0                                   | 10,6                                           | 60- 75                      | 7,1                                    | 0,7                                            |
| 20-30                       | 13,8                                   | 7,4                                            | 96-128                      | 6,6                                    | 0,2                                            |
| 30-40                       | 11,6                                   | 5,2                                            | 146-300                     | 6,4                                    | 0,0                                            |

D'après ces sondages, entre 75 et 100 mètres l'on arrive dans le lac Léman à la température invariable. La couche qui peut affecter la température de notre limon ne dépasse pas 100 mètres d'épaisseur ; par conséquent, en suite de ce que nous avons vu plus haut, je puis admettre l'exactitude de cette méthode à moins d'un dixième de degré centigrade.

Mais le limon une fois dans le bateau, il faut encore en mesurer la température, et le temps nécessaire à cette opération (1 ou 2 minutes) ne pourrait-il pas en fausser les résultats ? A cette question répond l'expérience suivante :

*Expérience B—IV. 26 février 1870.*

Je verse dans une terrine le limon que je viens de draguer au fond du lac et auquel j'ai trouvé une température de 5° 4. Je le couvre d'une couche de quelques centimètres d'eau et je le laisse au soleil, le thermomètre enfoncé dans le limon. Le thermomètre m'a donné les lectures suivantes :

(<sup>1</sup>) *Bibl. univ. Sc. et arts. T. XII, p. 118. Genève, 1819.*

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Température primitive, | 5° 4  |
| Au bout de 7 minutes,  | 5° 45 |
| 12 »                   | 5° 5  |
| 15 »                   | 5° 6  |
| 19 »                   | 5° 7  |
| 30 »                   | 6° 1  |

A ce moment, l'eau de la terrine avait une température de 7° 7.

Je reconnais que cette expérience a été faite en hiver et que ses résultats auraient été bien plus accélérés au mois de juin et de juillet. Quoi qu'il en soit, elle montre cependant les allures de la chaleur dans le limon du lac, et nous autorise à utiliser cette nouvelle méthode.

Les avantages de la méthode sont la simplicité, la rapidité, la sécurité.

Ses inconvénients sont ou peuvent être :

a) De ne permettre de prendre sur la même verticale que la température d'une seule couche, celle qui repose sur le fond ;

b) D'être sujette à l'erreur lorsque la drague n'étant pas pleine de limon, l'eau peut circuler entre les couches et réchauffer le limon pendant la remontée ;

c) De n'être pas suffisamment précise dans les talus très fortement inclinés, où la profondeur varie notablement du commencement à la fin du dragage ; dans ce cas, l'on ne peut savoir à quelle profondeur il faut attribuer le limon dont la drague est pleine.

Quoi qu'il en soit de ces inconvénients, dont je ne me dissimule aucunement la valeur, je crois pouvoir recommander cette méthode si simple, si commode, et en même temps si précise, spécialement aux naturalistes qui voudront étudier la faune profonde des lacs d'eau douce. Sans compliquer d'une manière exagérée la manutention des dragages, ils trouveront là un élément de plus pour la connais-

sance exacte des conditions de vie des habitants du fond de nos lacs.

Afin de donner une idée de la manière dont fonctionne pratiquement cette méthode, voici le résultat de quelques sondages thermométriques faits dans la dernière année. Toutes ces températures ont été prises avec le même thermomètre, dont l'équation a été déterminée par M. le professeur L. Dufour :

| DATE S.    | Profondeur. | Températ. | DATE S.    | Profondeur. | Températ. |
|------------|-------------|-----------|------------|-------------|-----------|
| 1873       | Mètres.     | Degrés.   | 1874       | Mètres.     | Degrés.   |
| Juin 14    | 79          | 6.4       | Janvier 13 | 19          | 6.2       |
| » 21       | 30          | 8.0       | » »        | 22          | 6.2       |
| Juillet 10 | 40          | 7.0       | » »        | 29          | 6.2       |
| » 28       | 59          | 6.5       | » 19       | 68          | 6.0       |
| » »        | 84          | 6.3       | » 20       | 69          | 6.0       |
| » »        | 132         | 5.9       | » 22       | 26          | 6.2       |
| » »        | 26          | 10.1      | » 28       | 18          | 6.3       |
| » »        | 20          | 12.0      | » »        | 23          | 6.2       |
| » »        | 11          | 20.2      | » »        | 28          | 6.1       |
| » 29       | 32          | 7.8       | » 30       | 28          | 6.1       |
| » »        | 12          | 17.9      | » »        | 38          | 6.1       |
| » 30       | 258         | 5.9       | Février 8  | 27          | 5.9       |
| » »        | 216         | 5.9       | » »        | 40          | 5.9       |
| » 31       | 4           | 19.1      | » 12       | 23          | 5.7       |
| Déc. 22    | 50          | 7.1       | » 14       | 46          | 5.7       |
|            |             |           | » 25       | 50          | 5.5       |

Si l'on établit ces chiffres en séries suivant la profondeur d'une part, et d'autre part suivant les dates, cela surtout pour la seconde série, l'on constate très bien leur décroissance très régulière, qui démontre la précision très suffisante de la méthode.

Une expérience confirmera encore la justesse de ce procédé :

*Expérience B — V. 12 février 1874.*

Dans un premier dragage, à 23 mètres de fond, le thermomètre était primitivement à une température de  $+ 10^{\circ}$ . Plongé dans le limon, il est descendu à  $+ 5^{\circ} 7$ .

Dans un second dragage, à la même profondeur, le thermomètre, avant d'être plongé dans le limon, était à une température de  $+ 2^{\circ}$ . Plongé dans le limon, il est remonté à  $+ 5^{\circ} 7$ .

Aussi bien en remontant qu'en descendant, le thermomètre a donné exactement la même température.

F.-A. F.

---

**§ X. Esquisse générale de la faune profonde  
du Lac Léman,**

par *F.-A. Forel* et *G. du Plessis*,

Professeurs à l'Académie de Lausanne.

Un premier coup d'œil jeté sur la faune très abondante qui vit dans les grandes profondeurs de notre lac nous montre que, parmi les animaux sans vertèbres, tous les embranchements y sont représentés, et que, dans ces embranchements, la plupart des classes nous offrent une ou plusieurs espèces. Le nombre des espèces n'est pas très considérable, mais ces espèces sont fort diverses et appartiennent à tous les types principaux des animaux d'eau douce.

Nous en ferons une énumération provisoire, en désignant autant que possible par leurs dénominations génériques les formes que nous y avons reconnues. Quant aux déterminations spécifiques, cela sera l'affaire de travaux spéciaux, de travaux de spécialistes.

Tout d'abord, le groupe intermédiaire des *Protistes* nous arrêtera peu; nos méthodes de recherches sont, sous ce rapport, complètement insuffisantes. Il est évident pour nous que ce groupe doit être très richement repré-

senté dans la faune profonde des lacs d'eau douce ; tout nous le prouve : l'abondance des êtres de ce groupe dans des conditions de milieu analogues dans les eaux superficielles, leur abondance dans la faune des grandes profondeurs de l'Océan, l'abondance des êtres de quelques-unes des classes de ce groupe que nous avons su collecter (infusoires ciliés adhérents et diatomées), tout nous fait croire que les autres classes doivent, elles aussi, y exister en grande abondance. Mais, nous le reconnaissons, jusqu'à présent, nous n'avons pas su les retrouver avec sûreté et précision.

(Voir § V.)

Les *Diatomées* sont très abondantes et très belles. En laissant reposer dans l'eau quelque peu de limon, nous le voyons, au bout de deux ou trois jours, se couvrir d'une couche brunâtre, composée de granulations excessivement fines de nature organique et de diatomées. (Voir § XVIII.)

En fait de *Rhizopodes*, nous avons rencontré à une ou deux reprises, sous le microscope, quelques Amœbiens. Mais nous ne pouvons indiquer plus précisément leurs affinités, n'ayant pas, jusqu'à présent, su les retrouver à volonté.

Les *Infusoires ciliés* sembleraient être très peu nombreux, si nous n'étions pas obligé de faire à leur égard les mêmes réserves que nous faisons pour les *Rhizopodes*. Nous rencontrons parfois des infusoires nageurs, mais en petit nombre, et, nous semble-t-il, en beaucoup moins grande abondance que dans les eaux superficielles.

Le seul groupe que nous trouvions en grande abondance et que nous retrouvions avec certitude sont les *Vorticelliens* parasites, fixés sur les carapaces des crustacés et

sur les coquilles des mollusques. Ils appartiennent aux genres *Epistylis* et *Operculaire*, et à côté d'eux, nous rencontrons les *Acinètes* correspondants. Ces espèces sont-elles les mêmes que celles qui sont si abondantes dans la faune littorale, ou bien sont-elles modifiées par le milieu? C'est ce qu'une étude ultérieure devra rechercher.

Dans l'embranchement des *Vers*, nous avons à citer : dans la classe des *Rotateurs* une espèce du genre *Flosculaire*, fixée en parasite sur le polypier des bryozoaires. Cette espèce nous semble identique à la *Flosculaire ornée* de la faune littorale ; elle n'en diffère que par l'absence de couleur des tissus et de la gaine.

Dans les bassins où nous laissons reposer le limon, nous trouvons en assez grande abondance des *Rotateurs* libres du groupe des *Bracchions*.

Dans la classe des *Turbellariés*, nous avons à citer des espèces nombreuses et intéressantes ; nous ne les connaissons pas dans la faune littorale, et elles n'ont pas encore été, à notre connaissance, décrites. Elles seraient donc spéciales à la faune profonde. L'un de nous les étudiera plus complètement ailleurs ; pour le moment, nous nous bornons à les énumérer.

En fait de *Turbellariés Dendrocèles*, nous avons une petite *Planaire* blanche, avec le tube digestif rose ou orangé ; cette teinte provient, du reste, uniquement du régime de l'animal, car nous la voyons disparaître à la suite d'un jeûne prolongé. Elle diffère de la *Planaire lactée* du littoral par sa petite taille et par la disposition de ses organes sexuels hermaphrodites. Elle présente deux points oculiformes très petits, où nous n'avons pas reconnu de cristallin. Nous avons trouvé dans les profondeurs de 30 à

100 mètres cette planaire, que nous appelons provisoirement *Planaire lacustre*, *Planaria lacustris*.

En fait de *Rhabdocèles*, nous trouvons dans le limon de 20 à 100 mètres de fond un *Mésostome* lancéolé, long de 4 à 5 millimètres, d'un brun-rougeâtre clair. Il présente deux points oculiformes rougeâtres sans cristallin, et entre ces deux yeux rudimentaires, une grosse capsule auditive, un otocyste avec un otolithe sphérique. La présence de cet organe de l'audition, qui n'existe pas chez les autres espèces d'eau douce, nous engage à désigner cet animal sous le nom provisoire de *Mésostome auditif*, *Mesostomum auditivum*.

Une espèce très intéressante que nous avons trouvée à toutes les profondeurs, depuis 15 à 300 mètres, appartient au genre *Vortex*. Elle est d'un blanc laiteux très particulier, sur lequel se détache en jaune clair la glande vitelligène. Sa taille atteint 7 à 8 millimètres de longueur sur 2 millimètres de largeur et autant d'épaisseur. Sa forme est celle d'une petite limace grise un peu recourbée suivant son axe. Cette espèce, que nous appelons *Vortex du Léman*, *Vortex Lemani*, est assez fréquente, et il n'est pas rare d'en trouver plusieurs exemplaires dans un litre de limon. Elle nous paraît complètement inédite. L'anatomie des organes génitaux, du testicule et du pénis nous arrêtera surtout ailleurs. (Voir § XVI.)

Enfin, le genre *Microstome* est représenté par une espèce qui, jusqu'à plus ample informé, ne paraît pas différer du *Microstome* linéaire de la faune littorale et des marais.

Tous ces vers Turbellariés se collectent en laissant reposer le limon du lac dans des terrines; ils ne tardent pas à venir nager dans l'eau. Ils ne sont cependant pas assez



déliçats pour ne pas pouvoir résister au tamisage fait avec les précautions décrites plus haut. (§ V.).

Dans la classe des *Nématodes*, nous avons à signaler, non pas des formes très variées, mais un très grand nombre d'individus vivant dans l'intérieur du limon. Leur nombre est assez considérable pour que nous hésitions beaucoup à les considérer comme étant des parasites égarés loin de l'animal qui les portait ; l'on comprendra cette hésitation, si l'on sait que nous ne craignons pas d'évaluer à une vingtaine ou une trentaine les nématodes que nous recueillons dans un litre de limon.

Ce sont tout d'abord une grande espèce du groupe des *Rhabditis* ou peut-être des *Leptodères*, peu différente de la *Rhabdite* des limons humides.

Puis d'autres nématodes de plus grande taille, les uns blancs, les autres rosés, appartiennent au groupe des *Ascaridiens*. Ils sont adultes et sexués, les mâles et les femelles différents de taille. Ces *Ascaridiens* nous semblent libres et non parasites ; mais nous reconnaissons la nécessité de nouvelles recherches sur ce fait nouveau et intéressant.

Nous ne citons que pour mémoire un singulier *Cestode* rubanné et sans articles, trouvé quatre fois dans les circonstances suivantes :

Le 28 juillet 1873, dragage dans le Léman à 26 mètres de fond.

Le 30 juillet 1873, dragage dans le Léman à 258 mètres de fond.

Le 12 août 1873, dragage dans le lac de Neuchâtel, à 66 mètres de fond.

Le 22 janvier 1874, dragage dans le Léman à 2 mètres de fond.

Nous n'insistons pas pour le moment sur cette curieuse trouvaille, qui méritera une étude critique très attentive et très approfondie.

La classe des *Annélides* est représentée par trois genres de la famille des *Limicoles* dans la section des *Chétopodes oligochètes*. Ces vers se retrouvent à toutes les profondeurs et en très grande abondance.

Un *Tubifex*, long de plusieurs centimètres, diffère, par certains détails anatomiques, de l'espèce littorale du Léman.

Un ver à épiderme verruqueux, du genre *Clitellio* de Claparède, espèce nouvelle et très fréquente dans le limon des grands fonds.

Un beau *Lombricule* de très grande taille; avec ses culs-de-sac digitiformes appendus en grappes aux anses vasculaires latérales. Cette espèce nous semble aussi nouvelle.

Quant aux *Annélides apodes*, la rareté des *Hirudinés* dans la faune profonde contraste avec leur fréquence dans la faune littorale; sur les pierres des bords du lac, on trouve, en effet, une demi-douzaine de *Nephelis* et de *Clepsine*. Nous n'avons dans les grandes profondeurs du lac qu'une seule espèce, la *Piscicola geometra*, connue, jusqu'à présent, comme parasite des poissons. Il est vrai que nous ne l'avons rencontrée jusqu'à présent que fort rarement (5 exemplaires jeunes dans le Léman, un adulte dans le lac de Constance); aussi ne pouvons-nous affirmer qu'elle vive librement dans les profondeurs. Nous devons cependant signaler cette capture à l'état libre d'un animal connu jusqu'ici comme parasite.

Dans le groupe des *Bryozoaires*, nous n'avons à indiquer qu'une seule forme très voisine de la *Frédéricelle sul-*

*tane*, laquelle est fort abondante sur toutes les pierres des bords du lac Léman. L'espèce des grands fonds, au lieu d'être fixée ou adhérente aux corps solides, est au contraire libre. Elle implante son polypier verticalement dans le limon et développe librement ses rameaux dans l'eau. Ses rameaux sont, il est vrai, en petit nombre. Mais le nombre de ces polypiers peut être considérable ; nous en avons recueilli 92 fragments vivants ou morts dans un litre de limon de 30 mètres de fond, devant Morges. Nous n'avons pas encore rencontré cette espèce au delà de 100 mètres de profondeur.

Les polypiers de la *Frédéricelle* sont incrustés par les gaines de la *Flosculaire*, dont nous avons parlé plus haut.

Dans l'embranchement des *Rayonnés*, nous n'avons de représentants dans la faune profonde du Léman que le genre *Hydra*. L'espèce que nous y trouvons est de petite taille, d'un rose pâle quelquefois un peu plus rouge ou plus orangé. Elle ressemble fort à l'espèce des rivages que nous assimilons à l'*Hydra rubra*, Lewes, des lacs d'Angleterre et d'Ecosse. La couleur de l'hydre du fond du lac doit tenir à son régime, car dans les aquariums elle ne tarde pas à devenir grise. Cette espèce est peu abondante, et nous ne l'avons pas encore rencontrée au delà de 100 mètres de fond.

Dans l'embranchement des *Mollusques*, nous avons à signaler, en fait d'*Acéphale*, le seul genre *Pisidium*, de la tribu des Cycladées. Une espèce de ce genre, de taille moyenne, est très abondante dans le limon de toutes les profondeurs ; nous en avons compté jusqu'à 10 et 20 individus dans un litre de limon. (Voir § XV.)

Dans cette famille, nous avons à faire remarquer l'absence dans la faune profonde de la tribu des *Nayades*. Cette

absence est frappante pour qui connaît l'abondance des Anodontes sur les rives du Léman, et surtout si on la rapproche du singulier mode de parasitisme des larves d'Anodontes, qui, peu de temps après la sortie de l'œuf, se font transporter à distance par les poissons sur lesquels elles se fixent.

La classe des *Gastéropodes* nous présente à étudier dans la faune profonde trois espèces.

L'une appartient au genre *Valvée*, de la famille des *Paludines*, et est très rare. Dans le produit de dix dragages, de un litre de limon chaque, nous trouvons tout au plus un exemplaire de cette *Valvata obtusa*. (Voir § XV.)

Les autres espèces appartiennent aux *Gastéropodes pulmonés*, du genre *Limnée*. L'une, de petite taille, que M. Brot décrit comme une espèce nouvelle, le *L. abyssi-cola*, se rencontre à toutes les profondeurs. Nous en avons trouvé, de 25 à 250 mètres et plus, des individus munis d'yeux très évidents. Quoique moins abondante que d'autres espèces animales, ce *Limnée* se trouve assez fréquemment dans le limon du fond du lac, et nous évaluons à deux ou trois les individus que l'on peut capter dans le dragage d'un litre de limon.

L'autre espèce, de beaucoup plus grande taille, que M. Brot rapporte au *L. stagnalis*, est beaucoup plus rare. Nous ne pouvons en citer qu'un fragment de coquille trouvé à 260 mètres, quelques jeunes entre 50 et 100 mètres, et trois individus adultes, dont deux vivants et l'autre mort, pêchés en février 1874, à 50 mètres de fond. (Voir la description de M. Brot, § XV.)

L'existence de ces *Gastéropodes pulmonés* dans des profondeurs où ils ne peuvent plus avoir de relations avec

l'atmosphère est intéressante à plus d'un titre. Les poumons sont vides d'air et remplis d'eau, ce qui se démontre facilement en ouvrant cette cavité sous l'eau. Les poumons se sont donc transformés en une chambre branchiale. Mais l'on peut se demander si cette modification n'est pas seulement accidentelle, si ce ne sont pas quelques individus égarés loin de la surface qui, privés de la respiration aérienne, se sont accommodés à la respiration aquatique. Nous croyons pouvoir affirmer que cette espèce (nous ne parlons ici que du limnée abyssicole, la seule qui se trouve fréquemment dans ces régions) est bien acclimatée aux grandes profondeurs et y vit normalement. Nous nous fondons pour cela sur la fréquence relative de ces animaux, qui nous prouve que leur existence n'y est point accidentelle, sur la trouvaille que nous avons faite à plusieurs reprises de paquets d'œufs vivants que nous avons pu une fois faire développer dans notre aquarium, enfin sur la trouvaille, dans un dragage de un litre de limon, de 15 jeunes limnées de trois à quatre jours de développement, provenant évidemment d'un même paquet d'œufs et développés dans ces grands fonds. Mais ce qu'il y a peut-être de plus frappant dans ce limnée amphibie, c'est la facilité avec laquelle il reprend le mode de respiration normal aux autres espèces de son genre, aussitôt qu'on le met en contact de l'air. Dès le premier jour où nous le plaçons dans un aquarium, nous le voyons venir ouvrir à la surface l'orifice de sa cavité respiratoire et la remplir d'air, comme le fait tout limnée normal. Et, chose curieuse au point de vue physiologique, l'animal ne semble point souffrir de cette révolution violente, et nous avons pu en conserver vivants pendant des mois après ce changement de régime respiratoire.

L'embranchement des *Arthropodes* nous offre, dans la faune profonde, le plus grand développement d'espèces et aussi d'individus. Toutes les classes, sauf celle des *Myriapodes*, y sont représentées.

Et d'abord les *Crustacés*.

Les *Copépodes* nous montrent un très grand nombre de *Cyclopiens*, *Cyclops*, etc. nageant dans l'eau au-dessus du limon à toutes les profondeurs. Nous avons constaté chez eux la présence d'yeux très évidemment développés.

Les *Ostracodes* sont représentés par cinq à six espèces très nettement différentes de celles de la faune littorale.

Les *Cladocères*, très abondants en genres et en espèces, soit dans la faune littorale, soit dans la faune pélagique de nos lacs d'eau douce, ne nous offrent, dans la faune profonde, que deux espèces du genre *Lyncée*, qui nous paraissent identiques aux *L. lamellatus* et *L. macrourus*. (Voir § XIV.)

Jusqu'à présent, nous n'avons pas trouvé traces dans la faune profonde du singulier genre *Bythotrephes* découvert par Leydig dans l'estomac du Corégone de Wartmann, du lac de Constance. Comme le *Bythotrephes longimanus* a été constaté dans la faune pélagique des lacs de Constance, de Zurich, de Thun et de Genève par M. Müller, que nous le retrouvons nous-même constamment dans les eaux pélagiques de notre lac Léman, que, par contre, nous l'ignorons absolument dans la faune profonde, il faut rayer définitivement cette espèce du catalogue des animaux des profondeurs et expliquer sa présence dans l'estomac de la Féra par les chasses de ce poisson dans les couches superficielles du lac.

L'ordre des *Isopodes* est représenté par un crustacé du

genre *Asellus*, de très petite taille, de couleur blanc sale. Cette espèce, qui est absolument privée d'yeux, est très rare. Nous n'en avons jusqu'à présent recueilli que cinq exemplaires, à des profondeurs de 60 à 300 mètres.

L'ordre des *Amphipodes* ne nous offre aussi qu'une seule espèce du genre *Gammarus*, de très petite taille aussi, de couleur blanchâtre, avec des teintes orangées autour du tube digestif. Ce *Gammarus* est beaucoup plus fréquent que l'*Asellus*, et il n'est pas rare d'en trouver cinq à six exemplaires dans un litre de limon ; il se rencontre à partir de 30 mètres jusqu'à 300 mètres de fond. Cette espèce est, de même que la précédente, complètement aveugle.

Nous attirons l'attention des naturalistes sur cette cécité de ces deux crustacés, qui contraste avec l'existence des yeux dans d'autres espèces énumérées plus haut, mais qui offre une analogie frappante avec la cécité du *Gammarus* et de l'*Asellus* trouvés par Quenstedt et Wiedersheim dans la grotte de Falkenstein, en Souabe. Nous n'avons pas encore pu comparer les individus provenant des cavernes et ceux qui viennent du fond du lac ; nous ne pouvons, par conséquent, pas ou les assimiler ou les différencier ; mais nous devons insister sur ce fait de la modification analogue qu'a produit sur ces deux genres l'habitat dans un milieu différent à beaucoup de points de vue, mais semblable sous le rapport de l'obscurité plus ou moins complète qui y règne. (Voir § VII.)

La classe des *Arachnides* n'est représentée que par une espèce d'Hydrarachnide, du genre *Atax* ou d'un genre voisin, de couleur rouge orangée, avec un Y ou une croix blanche sur le dos. Elle est, comme tous les arachnides, très variable dans sa couleur et ses dessins. (Voir § XIII.)

Enfin, la classe des *Insectes* nous offre, dans le limon de toutes les profondeurs, un nombre énorme de larves de *Némocères*. Nous y reconnaissons des larves de Chironomes et de Tipules. Nous devons signaler chez ces insectes l'apparence curieuse des trachées, qui ne contiennent pas d'air et sont à peine visibles au milieu des tissus. Ce fait s'explique facilement par l'habitat dans un milieu sans aucune relation avec l'air extérieur. (Voir § XII.)

---

Si nous résumons les faits que nous venons d'esquisser, et si nous les comparons aux faits déjà connus par l'étude de la faune littorale, nous pouvons formuler les conclusions suivantes :

1° La faune profonde du Léman renferme des espèces en petit nombre, appartenant à la plupart des classes d'animaux habitant les eaux douces.

2° Un certain nombre de genres et de familles représentés dans la faune littorale semblent manquer à la faune profonde.

3° Toutes les formes connues jusqu'à présent dans la faune profonde correspondent à des formes identiques ou analogues de la faune littorale. Il n'y a pas dans la faune profonde de types tout à fait excentriques qui ne soient pas représentés dans la faune littorale.

4° Un certain nombre d'espèces de la faune profonde diffèrent des espèces analogues de la faune superficielle. Ces différences doivent être attribuées à une adaptation au milieu.

F.-A. F. et G. du P.

---



§ XI. **Aperçus de Géographie zoologique.**

Après l'esquisse que la collaboration de mon collègue le professeur du Plessis m'a permis de faire de la faune profonde du lac Léman, je dois essayer de tirer des recherches jusqu'à présent faites quelques premiers aperçus de la distribution de la faune profonde.

I. *Il n'existe pas dans le lac Léman de différences sensibles dans la faune à une même profondeur.*

Cette conclusion résulte des recherches que j'ai faites dans le mois d'avril 1873, à l'extrémité orientale du lac, dans les environs de Villeneuve, où j'ai consacré quinze jours à cette étude. Le lac présente, dans toutes la région de Villeneuve, Chillon, Territet, les Bouches-du-Rhône, une profondeur uniforme de 70 à 100 mètres. Cette profondeur est précisément celle où j'ai fait le plus grand nombre de mes sondages dans les environs de Morges. Or, j'ai retrouvé à Villeneuve toutes les espèces que je connaissais à Morges, sauf deux ou trois (*Asellus*, *Piscicola*, *Lynceus*) ; je n'y ai pas rencontré une seule espèce que je ne connusse pas à Morges, à l'exception de la Flosculaire parasite des polypiers de Bryozoaire découverte par M. du Plessis à Villeneuve, et que nous avons depuis lors fréquemment retrouvée à Morges. Je n'ai pas encore étudié d'autres régions du lac ; mais je crois pouvoir conclure de cette similitude des faunes dans deux localités distantes de près de 35 kilomètres, dans des conditions de milieu aussi dissemblables qu'elles peuvent l'être dans ces régions profondes (dépôt abondant du limon du Rhône et de la Tinière à Villeneuve ; dépôt presque nul de limon à Morges) qu'à un même niveau les différences de faune sont nulles ou presque nulles dans toute la surface du lac.

II. *Les différences dans la faune profonde à des niveaux différents sont nulles ou presque nulles.*

Si j'établis provisoirement à environ 25 mètres la limite supérieure de la faune profonde, je crois pouvoir démontrer la vérité de cette conclusion par les faits suivants :

Toutes les espèces que j'ai rencontrées dans des sondages faits à 100, 200 et 300 mètres de fond, je les connais entre 30 et 100 mètres. Je n'ai pas une seule espèce à citer dans les très grands fonds qui n'existe pas dans les fonds moyens.

Quelques espèces n'ont pas encore été trouvées par moi dans les très grands fonds. Je citerai les *Hydra*, *Piscicola*, *Valvata* ; mais je crois pouvoir attribuer cette lacune à la rareté de mes sondages dans les profondeurs dépassant 150 mètres. La configuration de notre lac me force à faire un long voyage pour arriver devant Morges à des profondeurs considérables ; les dragages qui atteignent 200 et 300 mètres sont très pénibles et très fatigants. Aussi ne les ai-je pas, je le reconnais, suffisamment multipliés pour avoir une connaissance complète de la faune des très grandes profondeurs ; je ne connais bien que la faune des régions de 30 à 100 mètres de fond. Mais, quoiqu'il en soit de l'absence dans mes catalogues des grands fonds de quelques espèces, celles-ci sont en très petits nombre, et je crois pouvoir affirmer que les différences verticales dans la faune, ou les différences à des niveaux différents, sont presque nulles.

III. *Y a-t-il dans la faune profonde des différences suivant les saisons ?*

Au premier abord, je serais tenté de nier le fait. Les différences de l'été à l'hiver ne se font sentir au delà de 100 mètres de profondeur que par les migrations des pois-

sons. L'absence de lumière y est constante (Voir § VII) ; la température y est toujours la même. Cependant, deux considérations m'engagent à admettre ces différences dans la faune suivant la saison de l'année.

C'est, premièrement, l'existence dans la faune profonde des larves de diptères qui viennent éclore à la surface au printemps ou en été. Comment sentent-elles que la saison est favorable ? qui leur dit que le moment est venu pour elles de monter à la surface pour commencer leur vie aérienne ? Je l'ignore ; mais le fait est que ces larves sont beaucoup moins abondantes dans le limon en été qu'au printemps.

Deuxièmement, les Lyncées m'ont échappé complètement en automne et en hiver, alors que j'en trouvais un grand nombre au printemps et en été.

Je me borne à indiquer ces deux faits, qui semblent démontrer une influence des saisons dans les fonds du lac, alors que l'analyse des conditions de milieu ne la faisait pas prévoir. Cette étude devra être reprise, cela va sans dire, quelle qu'en soit la difficulté.

F.-A. F.

---

## § XII. Larves d'Insectes.

par M. D. Monnier, chef du Cabinet de zoologie  
de l'Université de Genève.

Toutes les larves d'insectes qui m'ont été remises par M. Forel comme provenant des profondeurs du lac Léman appartiennent à l'ordre des *Diptères*, famille des *Némocères* tribu des *Tipulaires culiciformes*, aux genres *Chironomus* et *Tanypus*. J'ai reconnu trois espèces de *Chironomus* et une de *Tanypus*.

Quelques-unes de ces larves étaient libres, d'autres renfermées dans les tubes tissés de soie et de boue dans lesquels vit l'animal. Quelques-unes étaient à l'état de larves, d'autres à l'état de nymphes.

Aucune de ces espèces n'est nouvelle et ne diffère de celles que j'ai recueillies moi-même dans le lac Léman, près des rivages ou dans des mares peu profondes.

Si je n'ai pas donné dès à présent les noms des espèces, c'est que je suis persuadé que la classification de ces diptères doit être entièrement remaniée et fondée avant tout sur les caractères des larves qui diffèrent plus entr'elles que ne le font les insectes adultes. Une autre considération qui justifie cette nouvelle base de classification est que l'insecte qui vient de sortir de sa dernière dépouille de nymphe change de couleur à mesure que les téguments durcissent. Ainsi le *Chironomus Sticticus* a dès le premier jour ses quatre premiers segments abdominaux verts et les autres obscurs sans ligne blanche sur le bord des segments, si bien qu'on le prendrait pour le *Chironomus Chloris*; ce n'est que deux ou trois jours après que la couleur définitive devient plus ou moins persistante. Chez la larve, au contraire, la forme de la tête, les antennes, les yeux, les mandibules, les ongles établissent la distinction des espèces, surtout la fine dentelure du menton qui diffère entièrement d'une espèce à l'autre.

D. M.

---

### § XIII. **Hydrachnides**

par M. H. Lebert, professeur de clinique médicale  
à l'Université de Breslau.

Au mois de septembre 1873 M. le professeur F.-A.

Forel, de Lausanne, me parla d'Hydrachnides intéressantes qu'il avait trouvées dans le lac Léman jusqu'à 300 mètres de profondeur. En séjour de vacances à Bex, j'ai prié M. Forel de bien vouloir m'envoyer quelques-uns de ces animaux vivants. Le 9 septembre j'ai reçu, en effet, par l'obligeance de mon confrère un envoi d'hydrachnides du Léman bien vivaces, ainsi que quelques autres araignées d'eau de divers lacs de la Suisse, conservées dans de l'alcool ou dans une solution de sublimé hydrargyrique. Plus tard M. Forel a eu la bonté de m'envoyer trois fois des animaux vivants, de Morges à Breslau, qui sont arrivés en fort bon état et dont plusieurs vivaient encore quatre semaines après leur sortie du lac Léman.

Je donnerai d'abord quelques détails sur la vie de ces animaux, en m'appuyant en bonne partie sur les observations communiquées par M. Forel et en y ajoutant les miennes. Je décrirai ensuite ces hydrachnides d'après l'examen des animaux vivants. Puis après quelques remarques sur ma méthode de préparer le squelette de chitine de ces animaux, je compléterai la description des animaux vivants et intacts par l'examen de ce squelette. En dernier lieu je discuterai et je chercherai à fixer la place de ces hydrachnides dans la distribution systématique des acariens.

### *Généralités et mœurs.*

M. Forel a observé ces animaux principalement dans le lac Léman, mais comme il en a trouvé aussi dans le lac de Neuchâtel et dans celui de Constance, il est probable que tous les lacs de la Suisse en renferment et il serait bien intéressant de les rechercher aussi dans les lacs de haute

montagne. Les animaux du lac de Constance sont différents de ceux du Léman, leurs organes de manducation ayant une organisation et une forme tout autre. Le dernier envoi de M. Forel renferme aussi une espèce autre que les acariens du Léman examinés par moi. En outre l'espèce principale offre des différences de formes et d'aspect dues en bonne partie au manque de maturité et à des variétés accidentelles.

Les hydrachnides du lac Léman se trouvent à une profondeur de 25 à 300 mètres. Ils paraissent exister en grand nombre, car on en recueille beaucoup par le dragage quoique il en échappe probablement plusieurs grâce à leurs mouvements de natation. M. Forel estime qu'en moyenne un litre de limon du lac en renferme 5. Les hydrachnelles marchent sur le sol, progressant d'une manière un peu agitée, à l'aide de leurs 8 petites pattes, mais sans faire beaucoup de chemin, vu la légèreté de la vase sur laquelle elles prennent leur point d'appui. Je ne les ai jamais vues nager, en s'élevant dans l'eau, dit M. Forel; il ajoute que toutes les fois qu'il les a soulevées au-dessus du fond, il les a vues retomber, aussitôt qu'il les a lâchées, comme un corps lourd, incapables de nager entre deux eaux, malgré les mouvements très vifs de leurs pattes. (1) Il m'a cependant semblé qu'elles étaient capables

(1) Je puis confirmer par de nouvelles observations l'impossibilité où sont nos hydrachnides de la faune profonde de s'élever en nageant. Une autre espèce, appartenant à la faune littorale, se distingue au contraire par la facilité avec laquelle elle progresse en nageant aussi bien de bas en haut que de haut en bas et horizontalement. Il y a là une différence frappante dans les facultés locomotrices de ces deux formes, différence qui n'est pas isolée et que je constate chez plusieurs groupes de crustacés communs aux faunes superficielles et profondes. Quand je discuterai ce sujet, j'arriverai probablement à donner comme

d'exécuter des mouvements assez vifs pour monter et descendre dans un tube de verre, mais je dois me mettre en garde contre l'erreur de prendre pour un mouvement ascensionnel dans l'eau leur marche sur les parois du vase ou du tube en verre. Dans un bassin de porcelaine leur marche est bien plus rapide qu'elle ne pourrait l'être sur la vase; on les voit progresser assez vite et une fois j'en ai vu marcher latéralement comme certaines araignées thomisides, une autrefois j'en ai vu marcher en arrière.

En les observant de plus près, on voit pourtant que leur démarche, qui souvent continue même jusque fort avant dans la nuit, a quelque chose de lourd, vu l'épaisseur de leur corps par rapport à leurs jambes relativement minces. M. le professeur Menge, de Danzig, qui a observé leur progression, sur des animaux que je lui ai envoyés, la trouve parfois assez rapide pour l'évaluer à 5 ou 6 millimètres par seconde, ce qui ferait à peu près 4 à 5 fois la longueur de leur corps. Toutefois, je le répète, il y a une grande inégalité dans la qualité et la vitesse de leur locomotion. J'ai remarqué qu'elles s'abstenaient de nager, lorsqu'elles pouvaient marcher aisément.

M. Forel a trouvé dans le lac de Constance, par 25 mètres de fond, un morceau de scorie bulleuse de coke, dans une des cavités de laquelle étaient groupées ensemble une quinzaine de petites hydrachnelles. Se partageaient-elles là une proie, ou bien étaient-elles im-

l'un des caractères distinctifs des espèces de la faune profonde la diminution ou la perte de la faculté de s'élever dans les eaux, en opposition aux mouvements vifs et saccadés des animaux de la faune littorale, et surtout à l'allures des crustacés de la faune pélagique qui ne peut se comparer qu'au vol en planant des oiseaux de haut-vol.

F.-A. F.

mobiles au repos dans ce réduit, c'est ce qu'il n'était pas possible d'élucider. J'ai vu parfois ces animaux longtemps immobiles ou peu mobiles sur les petits morceaux de vase ou de mie de pain au fond de l'eau, entourés de fils de myceliums, d'infusoires de la tribu des Monades, des Polygastriques, des Vorticelles, etc. ; de temps en temps ils paraissaient en arracher avec effort quelque parcelle.

Les œufs de nos hydrachnides que j'ai pu examiner à l'état frais en assez grand nombre, sont d'un rouge orange ou un peu plus clair, en groupes de 4 à 5, rarement moins, dans une substance muqueuse blanchâtre, demi-transparente. J'ai vu de grandes Diatomées, une espèce très grande de Navicule en assez grand nombre dans l'intérieur et autour du vitellus lui-même. Les paquets d'œufs sont fréquents dans la vase à toutes les profondeurs. M. Forel en a trouvé une très grande quantité le 22 décembre 1873 et il m'en a envoyé une bonne provision, recueillie le 30 janvier 1874, par 40 mètres de fond. L'hiver serait donc propice pour faire des études sur le développement ; malheureusement mes occupations ne m'ont pas permis de le faire à présent. Le 22 décembre M. Forel a trouvé plus de 20 paquets d'œufs dans quelques centimètres cubes de vase, tandis que dans ce même sondage les animaux adultes étaient rares. Les œufs ne sont point fixés à des corps solides. Les espèces parasites des Anodontes et des Unios, l'*Atax Bonzi*, dont le développement a été si bien décrit par Claparède, et l'*Atax ypsilophorus*, déposent leurs œufs dans les animaux qu'ils habitent. M. Forel explique la position libre des paquets d'œufs dans le fond du lac près de Morges par la rareté des corps solides dans cette vase.



Il est très probable qu'une observation suivie fera découvrir dans le lac Léman un certain nombre d'espèces d'hydrachnides, soit à l'état libre, soit comme parasites. Bien que je ne me sois occupé d'une manière suivie que de l'espèce la plus répandue, j'ai déjà vu plusieurs formes bien différentes qui peuvent bien répondre à des espèces. C'est ainsi que j'ai observé une hydrachnelle plus grande que les autres, beaucoup plus foncée, à corps franchement ovoïde, à pieds beaucoup moins transparents et plus larges, à soies et poils plus courts et plus forts; la surface de tous les membres, examinée sous le microscope, était fort élégamment chagrinée; les palpes paraissaient plus courtes et un peu plus étroites, à terminaison en petits crochets et les crochets des pieds étaient franchement divisés en plusieurs dents fines. Une autre forme plus petite m'a frappé par l'aspect tronqué en arrière et par sa surface chagrinée. L'espèce du lac de Constance diffère tellement dans le squelette des organes de la bouche, que l'espèce doit être autre. D'un autre côté il est difficile de déterminer exactement les deux sexes, vu que Claparède les distingue pour l'*Atax Bonzi* bien plutôt par la présence des testicules que par la forme extérieure. Les animaux de grandeur différente, bien qu'à la loupe tout à fait semblables, montrent cependant dans le squelette des différences qui paraissent tenir à des degrés différents de maturité. En outre, il faut pour connaître réellement une espèce et pour la délimiter comme telle, des recherches anatomiques et microscopiques bien autrement complètes que celles qui ont cours dans la science, lorsqu'il s'agit de zoologie systématique. Des recherches plus exactes démontrent en outre une certaine latitude pour la variabilité des formes, dépendant d'un côté du milieu et du

genre de vie et d'un autre côté du plan morpho-physiologique primitif, caractères qui pour le naturaliste éclairé s'opposent plutôt à la multiplication des espèces qu'ils ne la favorisent.

Un point des plus importants aussi, qui rend réservé dans l'établissement des espèces d'hydrachnides, est le fait signalé par Claparède <sup>(1)</sup> dans ses études sur les acariens, que la coloration et le dessin des hydrachnides sont sans valeur, vu qu'ils dépendent d'un organe d'excrétion découvert par lui et qui communique avec le rectum. La réplétion de cet organe par une matière blanche, comme crayeuse, ou son état plus ou moins vide, selon le degré d'excrétion, décident de la couleur et du dessin momentané, par conséquent variable de l'individu. Cet organe est figuré par Claparède Pl. XXXII, fig. 4. Ex.

J'ai été en effet frappé, chaque fois que j'ai examiné des animaux vivants de la grande variabilité de la couleur blanche qui par cela même modifiait toujours la coloration brune rougeâtre avec laquelle elle alterne. Tantôt on voit la coloration blanche abondante, prédominant tout à fait, prenant la forme d'une croix, d'un Y (ypsilon grec), d'un réseau irrégulier, de taches disséminées, etc., tantôt enfin on en voit si peu, que le rouge-brun domine, couvert tout au plus d'une poussière grisâtre, ou interrompu çà et là par des lignes ou trainées blanches. J'ai pu voir bien distinctement aussi, que des animaux vivants, observés pendant plusieurs heures au microscope étaient entourés autour de la partie postérieure du corps d'une poussière ou d'un nuage d'un blanc grisâtre, de plus en

(1) Studien über Acariden, Siebold und Kœlliker's Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd XVIII, p. 449 et 468.

plus étendu et qui se composait de très petits corpuscules, les mêmes qui constituent le contenu de l'organe d'excrétion décrit par Claparède.

*Description de l'Hydrachnide nouvelle du Léman.*

L'espèce principale du lac Léman, qui nous occupera plus particulièrement dans ce travail, varie de longueur entre 1,14 et 1,5 mm. ; la largeur égale presque la longueur et, comme le corps est très épais et proémine fortement en haut, l'animal vivant offre presque un aspect sphérique, parfois très légèrement ovoïde. Sa coloration offre un mélange variable de blanc et de brun-rougeâtre, différant non-seulement d'individu à individu, mais aussi chez le même animal, lorsqu'on l'observe assez longtemps ; d'autres, au contraire, gardent pendant tout le temps la même coloration et le même aspect du dessin dorsal et ventral ; il n'existe point entre ces deux côtés du corps de différence constante de coloration. Les nuances de la coloration blanche sont celle en croix, celle en ypsilon grec, ou des taches, des bandes irrégulièrement disposées, rarement réticulaires par places, ou enfin un mélange tout-à-fait irrégulier de blanc et de rouge-brun. Les animaux, mis vivants dans de la glycérine et qui y meurent très vite, offrent, au bout de quelques heures déjà, une diminution notable de la couleur blanche, avec prédominance croissante de la coloration rouge-brun, dont la nuance peut même devenir plus vive. La coloration ainsi que tout l'habitus de notre hydrachnide se trouve représenté dans la fig. 6.

Notre espèce offre, comme toutes les arachnides d'eau, quatre yeux et je ne comprends pas que Koch ait pu faire

une grande subdivision d'animaux à deux yeux, à commencer par le genre *Atax*. Il y a deux paires de yeux de chaque côté de la partie antérieure du corps, l'un regardant toujours en avant, l'autre en arrière, d'après la position de la cornée qui fait supposer aussi que les animaux peuvent regarder en haut. Les deux paires d'yeux (fig. 6. *a a* et fig. 13) offrent en moyenne une distance de 0,4 mm., ainsi à peu près d'un tiers de la longueur du corps. Les yeux latéraux sont si rapprochés l'un de l'autre qu'ils se touchent; les deux yeux antérieurs (fig. 13. *a. a*) sont plus grands que les postérieurs (fig. 13. *b. b*), situés plus en dehors. Les quatre yeux forment ainsi un trapèze très allongé, à lignes latérales courtes en comparaison avec l'antérieure et la postérieure. On distingue fort bien le globe de l'œil fortement pigmenté de noir, mais plutôt brun ou brun-rougeâtre sur les bords et là où une partie du pigment est sortie par compression. La cornée transparente (fig. 14. *c. c.* et *d. d.*) correspond pour la grandeur à l'œil qui la porte. La cornée des yeux antérieurs est située latéralement, en dehors, légèrement en haut par rapport à la choroïde pigmentée ou la partie opaque du globe oculaire. La cornée des yeux postérieurs est dirigée en arrière et en haut. Une seule fois j'ai vu autour de la cornée une autre membrane parfaitement transparente. On rencontre assez souvent en dehors de chaque paire d'yeux une tache brune ou noire mais qui, manquant souvent aussi, n'a pas de valeur pour le diagnostic. Les yeux s'altèrent promptement dans leur forme, comme c'est déjà un peu le cas dans la fig. 6, *a. a*. Pour bien les voir, il faut commencer par eux l'observation de l'hydrachnide vivante, et, si possible, avant de recouvrir l'animal d'un verre mince ou d'une plaque de mica.

L'épaisseur et le manque de transparence du corps ne permettent point de bien voir les organes intérieurs dans leur forme et leur structure distincte sans préparation particulière; et même en les rendant plus transparents, soit dans de la glycérine, soit après un séjour dans de l'alcool absolu, dans de la créosote, on n'en reçoit qu'une impression vague. Il n'est pas moins difficile à cause même de leur épaisseur et de leur opacité d'en faire des dissections anatomiques assez nombreuses et satisfaisantes sous le porte-loupe ou le microscope simple. Tout au plus peut-on s'orienter lorsqu'on a sous les yeux les descriptions et les dessins de l'excellent travail sur l'*Atax Bonzi* de Claparède. Toutefois on peut étudier suffisamment, surtout du côté ventral, une partie des organes manducatoires, l'attache des membres et l'aire ventrale des organes génitaux et des plaques fixatrices. Encore pour ces dernières n'est-on pas toujours assez heureux pour bien les voir et les aperçoit-on d'autant mieux que l'on a fait agir sur les animaux la solution de potasse (à 15 %) pendant 24 heures. Rien n'est moins propre pour toutes ces études que les animaux conservés dans de l'esprit-de-vin et l'étude sur le vivant seule donne quelques éclaircissements. A travers la surface on reconnaît dans les animaux, rendus un peu transparents, les contours du foie volumineux et lobé et de la cavité stomaco-hépatique qu'il renferme. Toutefois, les organes génitaux internes, testicules, ovaires et oviductes sont tellement couverts par ces organes, que l'on ne peut pas s'en faire une idée exacte. Je n'ai point pu découvrir, ni trachées, ni autres organes respiratoires distincts. Claparède en suppose hypothétiquement dans les *Atax*, mais sans démonstration le moins du monde convaincante. Le terme de stigmates dorsaux de

Koch est donc doublement inexact, les soi-disant stigmates (ouvertures respiratoires) n'en étant point, et leur position étant principalement ventrale. Je donne dans la fig. 12. *a.* un dessin fait par Menge d'après notre hydrachnide vivante, montrant l'organe qui renferme les plaques fixatrices (Haftnæpfe de Claparède) au nombre de six, trois de chaque côté en *b. b.* et montrant en *a.* la vulve exactement comme Claparède l'indique. J'ai vu plusieurs fois cet ensemble exactement de la même façon chez des animaux vivants. Je reviendrai sur tout cet organe, que l'on peut désigner comme aire génitale, à l'occasion du squelette de nos hydrachnelles. Semblables à des ventouses, ayant probablement un but de fixation plus fort que de coutume, je ne puis m'empêcher de soupçonner qu'elles jouent un rôle fixe dans l'acte du rapprochement sexuel. Quant aux organes internes de génération, on sera peut-être plus à même de bien les étudier, lorsqu'on examinera ces animaux aux diverses époques de l'année et en combinant leur étude embryogénique avec celle de l'état adulte.

On voit bien chez les animaux placés sur le dos les mandibules saillantes et falciformes, de couleur plus foncée que leur entourage, mais encore ne les voit-on vraiment bien et dans tous les rapports avec les autres organes buccaux, les palpes, etc., que dans les animaux dont on a fait le squelette.

Je passe à la description des organes de la locomotion.

Les palpes (fig. 6. *b. b.*) ont dans la portion qui dépasse la partie antérieure du corps presque la moitié de la longueur des jambes de devant, 0,35 à 0,4 mm. Les deux premiers articles ne se voient que dans les animaux ren-

des transparents ; le reste du palpe se compose de 4 articles, dont le premier (le 3<sup>e</sup>) est le plus large et le plus épais, mais plus court que le quatrième et le cinquième, plus long toutefois que l'article terminal. A sa partie inférieure se trouve une saillie qui renferme un corps allongé de chitine, entouré d'un étui particulier. (Fig. 10. *b. c.*) Nous reviendrons plus tard sur ces détails. Les deux articles suivants, le 4<sup>e</sup> et le 5<sup>e</sup>, deviennent de plus en plus étroits. Tandis que les autres articulations sont disposées horizontalement, la dernière est oblique. Cet article terminal, le plus court de tous, finit en pointe mousse qui renferme trois petites épines, rudiments de crochets. Le cinquième article offre à sa face interne 7 à 8 petites dentelures (fig. 6. *b.*)

Chaque palpe a une forme conique allongée, l'animal peut les étendre et les courber de haut en bas et d'avant en arrière, même au point de les cacher presque complètement sous le corps ; le dernier article seul peut offrir quelques mouvements latéraux. On voit dans l'intérieur une espèce de cylindre qui me paraît solide en dedans et qui se termine en avant dans des filaments longitudinaux divergents. Tout le long des palpes il y a des poils fins, mais relativement rares, tout autant autour des articulations que le long des articles. Tous ces poils sont bien moins longs, moins roides, moins forts que ceux des jambes.

Les jambes sont longues et grêles ; on les voit quelquefois toutes étendues lorsque l'animal est à l'état de repos, ou bien lorsqu'on recouvre l'hydrachnide d'un verre mince pour l'examen microscopique, au moment où elle commence à être un peu fatiguée ; tandis que plus tard, lorsque l'animal est près de périr, on voit d'abord dans les jambes

des contractions spasmodiques cloniques, puis les jambes sont peu à peu retirées sous le corps et fortement courbées. L'examen ultérieur est ainsi rendu difficile sur les préparations et pour en avoir de bonnes, il faut plutôt avoir de la chance que de l'adresse, vu qu'il est bien difficile, à cause de leur fragilité, de redresser les jambes courbées, soit sous la loupe, soit sous le microscope.

Lorsqu'on regarde les jambes étendues des animaux vivants, on reçoit l'impression que leur longueur va en augmentant d'avant en arrière, ainsi dans la série progressive 1, 2, 3, 4. Toutefois cette apparence est trompeuse, vu que les jambes sont fort inégalement recouvertes par le corps et très inégalement distantes de son axe, ce qui fait différer leur longueur réelle de leur longueur apparente. Elles sont parfaitement incolores, transparentes, avec une légère nuance blanchâtre ou blanc-jaunâtre. Les liquides conservateurs, surtout la glycérine, peuvent modifier considérablement cette coloration, lui donner une apparence jaune, rougeâtre, opaque, etc., raison de plus, pour ne les décrire que sur le vivant. Mises dans une solution de picro-carmin, le corps et les jambes se colorent en jaune par l'acide picrique, tandis que j'ai vu leurs parasites de la tribu des diatomées, probablement des *Gomphonema*, Ehrb. se colorer en beau rouge. La transparence des jambes égale et dépasse même celle des palpes et du bord transparent du corps; jamais je n'ai vu dans l'intérieur des jambes les globules sanguins que l'on aperçoit quelquefois dans l'intérieur du corps, mais pour lesquels je n'ai point observé jusqu'à présent le mouvement amœboïde propre à toutes ces cellules. La flexibilité et l'agileté des jambes et de leurs articles se conserve encore sous le microscope, lorsqu'il y a suffisamment



d'eau, comme dans un petit verre de montre. Lorsqu'on examine les hydrachnides couchées sur le dos, on voit déjà chez les vivantes et mieux encore après 1 ou 2 jours de séjour dans la solution de potasse, la séparation des jambes en deux paires antérieures et deux postérieures et on distingue très bien l'article basal triangulaire qui, uni à celui de la troisième paire, porte les jambes de la quatrième paire. Toutefois ce n'est que sur des squelettes qui ont parfaitement réussi que l'on reconnaît bien ces parties pro- et épisternales qui représentent le thorax des araignées.

Les jambes (fig. 6 *h. h. h.*) offrent beaucoup de longs poils qui ne sont cependant réunis nulle part en faisceaux, mais ont une distribution assez égale. Autour des articulations on voit ordinairement deux poils courts et deux ou trois plus longs. Tant ceux des jambes que ceux des palpes paraissent disposés sur de petites élévations de la surface chitinique du corps ; ils sont plus larges à la base qu'ailleurs. Les poils le long des articles sont plutôt courts, aigus, pas très rapprochés, dirigés tantôt verticalement, tantôt obliquement par rapport à l'axe des membres.

L'article terminal des jambes offre à sa partie inférieure et libre une excavation creuse entourée de poils fins que j'appellerai la cavité des crochets dans laquelle les crochets peuvent rentrer ou sortir à volonté au moyen d'un ou de plusieurs muscles rétracteurs réunis en faisceaux (fig. 14. *A. a*). On admet généralement deux crochets simples et recourbés à chaque pied. Mais outre ces deux crochets plus volumineux (fig. 14. *B. a.*) il y a un troisième plus petit (fig. 14. *B. b.*) analogue au troisième crochet chez les araignées. Toutefois on a sou-

vent de la peine à voir distinctement ce troisième crochet. J'ai vu plusieurs fois, mais nullement d'une manière constante, chacun des grands crochets offrir plusieurs dentelures secondaires, analogues à celles des araignées proprement dites. Chez une autre espèce fort voisine de notre hydrachnide j'ai vu encore plus distinctement ces dentelures secondaires à chaque pied et déjà à un grossissement de 250 diamètres, tandis que dans notre espèce principale on ne les voit que par ci par là, à un grossissement de 400 et surtout de 550 diamètres et avec un diaphragme à petite ouverture. Du reste Claparède figure aussi les crochets de l'*Atax Bonzi* examinés à un très fort grossissement comme dentelés et subdivisés en deux dentelures principales. Tous les muscles de l'intérieur de cet article terminal se montrent à un grossissement de 250 à 400 diamètres comme muscles obliques se dirigeant de bas en haut vers l'insertion de ces crochets. On ne les voit distinctement et en fonction que sur les animaux vivants. Lorsque les animaux sont sur le point de périr, ces crochets, par l'effet de ces muscles, sont agités d'un mouvement spasmodique, spasme clonique des muscles rétracteurs et extenseurs. Ces mouvements presque rythmiques rappellent l'observation de Pagenstecher <sup>(1)</sup> qui les a vus aussi chez le *Thrombidium holosericeum* après que les membres avaient été arrachés du corps, et il a pu constater ce mouvement même pendant assez longtemps.

L'article terminal offre chez un certain nombre de nos arachnides une toute autre forme (fig. 6. i. i. et fig. 15).

(1) Beiträge zur Anatomie der Milben. Heft I, p. 8. Leipzig 1860.

Il est allongé en forme d'alène, s'aminçit vers l'extrémité libre, se termine en une espèce d'onglet allongé, inséré par une petite articulation à l'article terminal principal et porte à sa pointe émoussée deux forts petits crochets rudimentaires, moins larges et beaucoup plus courts que les crochets ordinaires. Une variété de l'onglet terminal offre à son origine un petit renflement. Tous les animaux qui présentent cette forme de l'article terminal de la quatrième jambe, l'ont symétriquement des deux côtés ; de même là où cette paire porte les crochets et leur cavité, ils existent aussi des deux côtés. Il ne peut donc point s'agir d'une altération accidentelle de nutrition, ni d'une régénération après l'arrachement ou la vulnération de cette partie.

Les jambes et les palpes sont quelquefois garnis de nombreux parasites, de diatomées pédiculées, mais qui offrent peu de mouvements, probablement du genre Gomphonema ou d'un genre voisin.

*Préparation et description du squelette chitinique de nos Hydrachnides.*

Occupé depuis assez longtemps d'expériences sur la préparation et d'études sur la valeur du squelette chitinique des arachnides, j'ai appliqué cette méthode à celle de nos hydrachnides. J'ai pu chez elles confirmer le fait qui m'avait déjà frappé chez les arachnides supérieures, chez quelques insectes orthoptères et chez les myriapodes, que par cette méthode on peut observer une multitude de détails que l'on ne peut pas voir d'une autre manière. De plus, et c'est là un des points importants de la méthode, on rend ainsi les préparations accessibles à l'observation microscopique, même avec de très forts grossissements.

Partant des principes généraux de la chimie organique pour la préparation de la chitine, j'ai dû bientôt modifier considérablement les méthodes et multiplier les expériences, l'effet de l'action chimique variant non-seulement pour les diverses espèces et genres, mais même pour les individus d'une même espèce.

L'extraction des parties calcaires est loin d'être aussi fréquemment nécessaire que pour les insectes et surtout les crustacés; cependant elle est parfois indispensable. J'emploie un mélange d'acide chlorhydrique d'un pour cent parties d'eau distillée et j'y laisse les animaux pendant 1 à 2 jours. Pour des petits animaux on peut faire l'expérience dans un verre de montre et s'il ne se forme point de bulles d'acide carbonique, indice de la présence du carbonate calcaire, on peut les laver et continuer l'opération.

La solution de potasse extrait le mieux les substances albuminoïdes et grasses. Mais dans les recherches de microscopie botanique on est habitué à une action prompte, surtout pour certains tissus végétaux. Il n'en est nullement ainsi pour les arachnides, surtout si on veut faire le squelette complet de tout l'animal. La coction altère trop la forme et l'aspect, par conséquent la solution de potasse doit agir à froid. Après bien des essais qui me font surtout condamner les solutions plus concentrées, j'ai adopté une solution au 15 %. Je n'ai point essayé la solution de soude caustique. Pour des arachnides plus grandes il faut non-seulement des semaines, souvent 1 à 2 mois, mais quelquefois même au-delà. Même pour nos petites hydrachnides il faut quelquefois plusieurs semaines et pourtant il ne s'agit que d'animaux de 1 à 1 1/2 millimètre. Il n'est pas bon, de mettre un certain nombre

d'individus dans le même vase. Je fais faire la macération dans des petits verres à pieds tels que je les emploie pour ma collection d'araignées ou dans des tubes à réaction un peu larges et assez longs. Il faut naturellement une étiquette pour chaque espèce, car le squelette est au premier aspect souvent fort peu semblable à l'espèce à l'état frais ou conservé. Une étagère contenant 20 tubes et au-delà est fort commode pour mettre en même temps un certain nombre d'espèces en expérience. Pour nos petites hydrachnides j'ai renoncé aux verres et tubes bouchés avec du liège, dont le détritiss dissous par la potasse tombe au fond et rend ensuite la recherche des petits squelettes fort difficile. Des petits vases plats, peu profonds, recouverts d'un verre de montre ou d'une plaque de verre sont pour cela bien commodes. On peut aussi se servir de petits verres de montre pour la macération et on a ainsi l'avantage de pouvoir étudier successivement l'effet de la solution potassique, ce qui, pendant les premiers jours, peut devenir fort instructif.

Pour nos petits animaux, pas mal de préparations échouent ou sont peu utiles par des raisons qu'il serait trop long d'énumérer ici. Parmi les préparations qui ont réussi on en trouve alors de fort importantes.

Après la sortie de la potasse, il faut un lavage prolongé dans de l'eau pure, un séjour pendant 12 à 24 heures, en changeant l'eau souvent au commencement. Veut-on obtenir vite une préparation pour l'étude, on peut la placer dans de la glycérine, surtout dans la *price-glycérine* anglaise. Quelquefois on réussit à étendre les palpes et les jambes de nos squelettes d'hydrachnides sous le porte-loupe ou le microscope simple, ou même à avoir à volonté la position sur le ventre, sur le dos, sur le côté. Mais sou-

vent toute tentative de ce genre échoue et le hasard vous sert mieux que l'habileté. Sans compter les hydrachnelles actuellement en expérience, je n'ai obtenu jusqu'à présent que 3 préparations vraiment belles et instructives et plusieurs d'une valeur relative assez grande ou au moins utiles. L'examen dans de la glycérine est possible aussi pour des études passagères et on peut ensuite les préparer autrement. Les préparations définitivement placées dans de la glycérine et bien encadrées doivent toujours être placées horizontalement. Les meilleures préparations s'obtiennent par la méthode suivante : Les squelettes étant bien lavés et dépouillés de tout reste de liquide potassique, sont placés dans de l'alcool absolu. Après 1 à 2 jours de séjour on les place dans de la créosote qui rend la préparation belle et transparente. L'odeur de la créosote étant désagréable, surtout dans mon cabinet où je reçois les malades, j'ai cherché à la remplacer par l'huile distillée de citron, l'huile de girofle ayant même encore une odeur trop pénétrante. J'ai ainsi obtenu quelques belles préparations d'arachnides, mais la créosote est de beaucoup préférable.

Après 1 ou 2 jours de séjour dans ce liquide on peut placer les petits animaux définitivement dans du baume de Canada, rendu plus fluide par l'addition d'un peu de chloroforme. On recouvre ensuite la préparation d'un verre mince ou d'une plaque de mica, plaques que nous trouvons à Breslau d'exquise qualité et jusqu'à des grandeurs considérables. Le baume de Canada offre encore l'avantage d'expulser au bout de quelques jours les bulles d'air, au moins en bonne partie, action que n'exerce point la glycérine.

Tant pour la glycérine que pour le baume de Canada,

il est bon de laisser les préparations pendant 6 à 8 jours avant de les entourer d'un bord, d'un cadre pour ainsi dire, de baume de Canada, puis, au bout de quelques jours, lorsque celui-ci est sec, je le recouvre d'une laque colorée, je préfère le « Schellack » dissout dans de l'esprit de vin, coloré par de l'aniline; la laque des masques (Maskenlack) est très bonne aussi.

Je fais dans ce moment quelques essais sur le coloriage d'hydrachnides vivantes, en les jetant dans la solution de carmin, de picrocarmin ou d'haematoxyline. Je n'ai pas vu d'avantage jusqu'à présent au coloriage des squelettes, bien que pour les araignées j'en aie tiré bon parti. La coloration pico-carminique a cela de curieux, que constamment elle colore certaines parties en jaune et d'autres en rouge, ce dont j'ai cité un exemple d'après une hydrachnide jetée vivante dans le liquide colorant.

L'examen des squelettes d'hydrachnides avec de forts grossissements de 400 à 550 diamètres demande beaucoup de précaution; la moindre pression avec l'objectif peut altérer profondément ces préparations délicates et si difficiles à obtenir de bonne qualité.

Placer des acariens frais dans de la glycérine ou du baume de Canada (après avoir passé pour ce baume par l'alcool et la créosote) offre un avantage réel; il en est de même aussi pour l'examen des animaux conservés dans l'alcool ou dans une solution conservatrice quelconque. Notre hydrachnide si épaisse, si opaque, si difficile à disséquer offre bien plus de facilité pour l'examen lorsqu'elle est ainsi disposée entre une plaque de verre et un verre mince, après avoir été ainsi rendue au moins relativement transparente.

*Description du squelette chitinique de nos Hydrachnides du lac Léman. (Fig. 4, 5 et 7-15.)*

Les téguments extérieurs du corps se distinguent avant tout par des stries parallèles fines et régulières. Je ne saurais admettre, avec Pagenstecher, qu'il s'agisse seulement de plis. Les stries ont à peine  $0^{\text{mm}},002$  de largeur et offrent à peu près partout la même distance les unes des autres. Elles affectent des directions régulières, mais bien diverses. Une bande circulaire assez large entoure la périphérie de l'abdomen (fig. 8); une autre ovale plus petite entoure l'aire génitale avec ses plaques fixatrices. D'autres stries parallèles ont une direction droite, en sens divers, ainsi, par exemple, obliquement vers les yeux. Il me paraît fort possible qu'il s'agisse de petites saillies chitiniques parallèles, en connexion avec l'attache des muscles.

Les dimensions de l'abdomen sont les mêmes pour la longueur et la largeur, avec la même forme sphérique, que chez les animaux vivants (fig. 4 et 5); seulement le corps est aplati, son contenu étant en majeure partie dissous. L'aire des plaques fixatrices (fig. 4, *h* et fig. 5, *g*), souvent si incomplètement visible chez l'animal vivant, ou conservé dans un liquide, ressort des plus manifeste après la macération. La forme (fig. 12, *B*) est ovoïde; la longueur en moyenne de  $0^{\text{mm}},24$ , la largeur de 0,2. La position est la même entre l'origine des deux dernières paires de jambes. L'aire ovoïde est divisée en deux moitiés égales, entre lesquelles se trouve une fente rhomboïdale, la fente génitale, la vulve chez la femelle; une fois j'y ai vu un petit corps cylindrique creux, qui peut-être avait du rapport avec le pénis. De chaque côté, j'ai vu constamment trois



plaques, dont deux plus rapprochées, la troisième un peu plus distante des deux autres que celles-ci le sont entre elles. Le nombre total a toujours été de 6. La largeur des plaques est de 0,05 à 0<sup>mm</sup>,06 ; elles sont toutefois un peu plus longues que larges. Le centre opaque, l'ouverture extérieure assez étroite des animaux vivants (fig. 12, A), disparaît par la potasse, ainsi que la partie située entre celle-ci et le double contour périphérique ; je soupçonne que cette partie est musculaire (fibres circulaires et fibres rayonnées, comme dans les suçoirs des cestodes?). Une des paires est un peu plus grande que les autres. A l'état de macération potassique, la cavité normale est devenue plus grande ; la paroi qui l'entoure a en moyenne 0<sup>mm</sup>,012 d'épaisseur, du contour externe vers l'interne, et sa coloration est plus mate que celle de l'intérieur. Extérieurement, la ligne de contour est plus irrégulièrement arquée que vers l'intérieur. Avec de forts grossissements, on voit de petites saillies en forme de points noirs autour des plaques.

Les organes buccaux (fig. 4, c., 5, c., fig. 7 et fig. 9) se voient sur les animaux préparés bien plus distinctement qu'à l'état frais, lequel permet même rarement de bien voir des détails suffisants chez nos hydrachnides. Les mandibules se terminent en avant par un appendice falciforme (fig. 9), qui rappelle tout à fait la mandibule des araignées. Chaque faux mandibulaire a 0<sup>mm</sup>,12 de long, sur un peu plus de 0,025 de largeur à la base. Elle se compose d'une partie antéro-supérieure libre, médiocrement recourbée (fig. 9, d. e.), et une partie basale si fortement courbée que j'en ai pris le caractère du genre *Campongnatha* (à mandibule fortement incurvée). Cette partie (fig. 9, b. c.) est bien plus large que l'extrémité libre ; son

insertion est telle que la faux forme avec sa plaque basale une ligne presque droite. Le bord externe de la mandibule est légèrement convexe, l'interne faiblement concave, et les deux convergent en haut en une pointe. Ces deux bords sont relativement épais, chacun ayant à peu près le tiers de la largeur totale. Avec de forts grossissements (250 à 400 diamètres), on voit sur le bord une dentelure arrondie (fig. 7, *n.*, fig. 9, *e. e.*), qui, vue d'en haut et de face, offre l'aspect d'une série de points saillants. La base est formée par la divergence des deux bords qui, tout en s'élargissant, prennent une forte courbure et s'attachent chacun à une plaque de chitine, pâle, oblongue (fig. 9, *a. a.*), qui s'élargit un peu en bas. Cette plaque fait l'office de la portion basale de la mandibule, comme chez les araignées, et l'analogie est des plus grandes. C'est bien à tort que l'on a pris cette plaque oblongue double pour la lèvre inférieure. Toutefois, l'insertion droite, le peu de mobilité de la mandibule proprement dite, la position cachée de la plaque basale et même de la base de la faux chez l'animal vivant constituent des différences qui, jointes à d'autres, malgré la grande analogie avec les araignées, démontrent pourtant une organisation inférieure et, sur nombre de points, même rudimentaire.

La mandibule renferme un canal (fig. 7, *m. m.*) qui correspond probablement à l'ouverture d'un canal d'excrétion d'une glande vénéneuse, comme chez les araignées, déjà mentionnée, si je ne me trompe, par Treviranus. Les deux plaques oblongues qui portent les mandibules se touchent par leur bord interne. Vers le milieu et sur les bords des deux est situé un canal qui conduit dans la cavité abdominale, probablement dans

l'estomac lacuneux entouré des lobes du foie (Lebermagen de Claparède). Au bas des plaques oblongues se trouvent de petites colonnes de chitine, servant probablement à l'attache des muscles buccaux et mandibulaires.

Au-dessous de ces plaques obliques, par conséquent du côté ventral, se trouvent deux organes, probablement correspondant aux maxillaires membraneux (fig. 7, *h. h.*), qui en haut se terminent en deux lobes arrondis, l'intérieur à pointe émoussée, l'extérieur plutôt ovoïde. Ces deux plaques sont réunies au milieu et sont limitées par un arc convexe du côté de l'abdomen. C'est à leur base en dehors que s'attache de chaque côté la palpe maxillaire.

On admet généralement cinq articles pour les palpes des hydrachnides, dont quatre dépassent le bord libre antérieur du corps. Pour notre hydrachnelle, j'en ai vu constamment six en tout chez les animaux préparés.

Le premier article, vraiment basal et maxillaire (fig. 7, *b. b.*), réuni à celui-ci, à sa base, offre dans mes préparations 0<sup>mm</sup>,08 de long sur 0,06 de large. Le second article (fig. 7, *c. c.*), un peu plus court, de 0,07 de long, est plus large à sa base (0,08) qu'à son articulation avec le troisième; sa largeur y est de 0,06. Le troisième article (fig. 7, *d. d.*), le premier de libre et dépassant le corps, offre des deux côtés des articulations transversales. Il a 0<sup>mm</sup>,15 de long sur 0,12 de large, et il est ainsi de beaucoup le plus large et le plus épais. Dans son milieu, à la face inférieure et dans les préparations quelquefois en apparence sur le côté, se trouve un prolongement latéral étroit (fig. 7, *d'. d'.*), placé verticalement à l'axe de cet article. Il se compose (fig. 10) de deux parties: un prolongement de la substance chitinique et une espèce de dent ou bâton-

net elliptique fixé à sa partie libre. A un grossissement de 400 diamètres, on voit ce bâtonnet foncé, creux en dedans, entouré d'une enveloppe pâle et étroite. L'insertion de ce petit corps dans la saillie chitinique se fait au moyen d'un petit pédicule. Tout ce troisième article de la palpe offre des poils courts placés sur de petits renflements et disposés longitudinalement; on les voit ordinairement plus développés d'un côté que de l'autre et il y en a moins en avant.

L'article qui suit, le quatrième (troisième des auteurs) (fig. 7, *e. e.*), a 0<sup>mm</sup>,12 de long sur 0,1 de large; il est par conséquent plus étroit que le précédent, mais bien plus large que les deux suivants. Le cinquième article (fig. 7, *f. f.*) est de beaucoup le plus long, 0,24; sa largeur va en décroissant de 0,06 à 0,04. On voit dans l'intérieur une espèce de colonne, occupant le quart de la largeur et servant probablement d'attache aux muscles. Le sixième et dernier article (fig. 7, *g. g.*) est le plus court; son insertion est oblique; sa longueur est de 0,04, avec 0,025 de largeur à la base, 0,01 au-dessous de la pointe émoussée, et à celle-ci 0,005 seulement. Avec un grossissement de 400 diamètres, on voit très distinctement (fig. 11, *d.*) dans cette pointe trois corps cunéiformes, plus larges vers l'extrémité libre, qui offre une légère indication d'apophyse en forme de crochet; celui du milieu est un peu plus grand que les deux autres, dont la partie la plus étroite a 0<sup>mm</sup>,0012 (fig. 11, *e.*). Ces corps de chitine paraissent correspondre d'une manière tout à fait rudimentaire, abortive pour ainsi dire, aux crochets recourbés et bien autrement volumineux qui se trouvent chez d'autres hydrachnides et que Claparède a si bien représentés pour l'*Atax Bonzi*. (Pl. XXXI, fig. 12.)

En passant à la description des jambes (fig. 4-6), nous devons la faire précéder de quelques remarques préliminaires. Lorsqu'on examine une hydrachnide bien préparée, située sur le dos (fig. 7), on trouve le corps divisé en quatre parties, que l'on pourrait se figurer comme autant d'indices de segments.

Une première partie renferme les organes buccaux et maxillaires avec les palpes, puis vient après un interstice transversal libre, la partie sternale supérieure (fig. 7, *o.* et *p.*) qui présente la base des deux jambes antérieures avec leur premier membre basal. Puis vient, après un espace libre assez étroit, la partie sternale postérieure (fig. 7, *q. r. s. t. u.*) de forme triangulaire qui, en haut et en dehors, se termine en un prolongement étroit. La pointe de tout le triangle, à angles émoussés, est dirigée en bas; la base est formée de chaque côté par l'article basal de la troisième paire des jambes (fig. 7, *r.*), lequel est plus large que pour les deux premières paires; il est étroitement uni ausuivant, qui occupe la majeure partie du triangle sous forme de hanche pour la quatrième paire de jambes (fig. 7, *q. t.*). L'union de celle-ci par sa partie trochantérique offre une articulation si libre que ce membre peut être dirigé verticalement en haut, non-seulement pendant la vie, mais aussi après la mort, position qui se trouve dans plusieurs de mes préparations. Les deux hanches triangulaires divergent en bas et en dehors et montrent dans un intervalle l'aire génitale (fig. 7, *v.*) ou l'organe qui renferme les plaques fixatrices, et entre elles, au milieu, l'ouverture génitale; quelquefois on trouve cet organe plus bas, mais jamais aussi en arrière que Claparède l'indique et le figure pour l'*Atax*. La quatrième partie est occupée par l'abdomen proprement dit.

Nous avons donc ainsi l'indice d'une partie céphalique, qui renferme, outre les organes de manducation, le grand ganglion nerveux, sans les yeux, toutefois, situés un peu plus en arrière. Le thorax est indiqué par les deux parties sternales, l'antérieure et la postérieure, puis vient l'abdomen avec la plaque génitale et les organes de digestion et d'excrétion dans son intérieur. L'analogie des hydrachnides avec les araignées fait ainsi un pas de plus en avant. Toutefois, il y a dégradation ou degré inférieur de développement en ce sens que la plaque sternale libre et cordiforme des araignées manque ; les jambes sont séparées en deux groupes de chaque côté, et d'avant en arrière l'indépendance de la partie basale des jambes va en diminuant ; mais cependant, comme probablement la hanche triangulaire envoie à la quatrième jambe de très forts muscles abducteurs, adducteurs et peut-être même releveurs ; comme les mouvements de cette jambe sont très libres et très variés, nous devons reconnaître que cette quatrième jambe offre une organisation plutôt supérieure.

Passons à quelques détails au sujet des jambes (fig. 4, 5, 6, 14, 15). L'article basal de la première paire est très rapproché des deux côtés et déjà un peu moins pour la seconde paire. Cette jambe tout entière a 0<sup>mm</sup>,9 de longueur et se compose de sept articles ; le premier, fixé au corps, a 0,18 de long sur 0,05 de large ; le second a 0,06 seulement de long pour 0,05 de large ; le troisième, avec insertion oblique, est un peu plus large, avec 0,09 de long ; le quatrième, à insertion un peu plus étroite, a 0,12 de long ; la largeur varie de 0,02 à 0,035 ; le cinquième a 0,13 de long avec 0,035 de large, un peu plus étroit en haut ; le sixième a 0,16 de long, 0,025 de long en bas et 0,035 vers le sep-

tième article, qui a 0,015 de long sur 0,025 de large. La cavité des crochets offre, selon la position, une périphérie oblique, ou des deux côtés une saillie. Les crochets, fortement recourbés, ont environ 0<sup>mm</sup>,03 de long, si l'on se les représente en ligne droite, et seulement 0,002 de large et se terminent en pointe (fig. 14, *a.* et *b.*). Les dents des crochets, visibles seulement avec de forts grossissements (fig. 14, *c.*), ne sont pas constantes, du moins souvent on ne peut pas les voir, tandis que, d'autres fois, elles sont tout à fait sûres à constater. On voit deux crochets plus grands et un troisième presque de moitié plus petit, souvent caché.

La seconde paire des jambes est la plus longue; elle a un peu plus d'un millimètre. Le premier article, de 0,16<sup>mm</sup> de long, s'élargit en avant un peu plus que celui de la première paire; le second a 0,06 de long sur 0,05 de large; l'articulation est oblique; le troisième a 0,11 sur 0,05; le quatrième, 0,13 de long et 0,03 de large à son origine et 0,04 à sa terminaison; le cinquième, 0,16 de long et la largeur varie de 0,025 et 0,035 vers sa fin; le sixième a 0,21 et 0,025-0,03; le septième 0,20 sur 0,025.

La troisième paire, à peu près de la longueur de la première, offre un article basal de 0<sup>mm</sup>,16 sur 0,07; le deuxième, 0,06 et 0,05; le troisième, 0,10 et 0,05; le quatrième, 0,09 et 0,035; le cinquième, 0,14 et 0,04; le sixième, 0,15 et 0,03; le septième, 0,18 de long et 0,02 de large.

La quatrième paire se compose de 8 articles, y compris la grande hanche triangulaire et *a*, avec celle-ci, une longueur d'un peu moins de 0<sup>mm</sup>,9; elle serait bien plus courte, si on ne comptait pas cet article basal, qui cependant appartient en propre à cette jambe. La hanche a 0,3 de long sur

0,24 de plus grande largeur vers sa base ; puis vient le deuxième article, de 0,06 sur 0,05 ; le troisième est plus large : 0,06 de long sur 0,03 de large ; le quatrième, 0,06 et 0,025 ; le cinquième, 0,06 et 0,015 ; le sixième, 0,08 et 0,01 ; le septième, 0,1 et 0,0075 ; le huitième, enfin, 0,1 de long sur 0,005 de large à sa terminaison.

La succession de longueur des jambes est donc 2.4.1.3. Lorsque la quatrième paire a pour article terminal la forme en alène, au lieu des crochets avec leur cavité, elle est un peu plus longue, et l'on voit à son extrémité libre un petit ongle de 0<sup>mm</sup>,01 de long sur 0,005 de plus grande largeur, et la pointe, en apparence mousse, montre à un grossissement de 550 diamètres deux petits crochets tout à fait rudimentaires (fig. 15, e. e.)

*De la place zoologique et systématique qu'occupe notre Hydrachnide.*

La discussion de cette question soulève de grandes difficultés. Les auteurs qui se sont occupés avec le plus de mérite de l'anatomie des hydrachnides, tels que Treviranus, Dujardin, Pagenstecher, Claparède, se sont, à l'exception de Dugès, bien moins occupés de la distribution zoologique des diverses formes, genres et espèces. D'un autre côté, la plupart des zoologistes qui s'en sont occupés se sont moins préoccupés des détails d'anatomie fine que des caractères qui leur paraissaient être les plus essentiels ; aussi le microscope et surtout les forts grossissements ont-ils trouvé leur emploi bien moins que ce n'est indispensable.

Nous voyons en outre, de plus en plus, que des caractères en apparence d'importance majeure, tels que la coloration, le dessin, les articles terminaux des jambes,



le nombre des plaques fixatrices de l'aire génitale, ont une assez grande latitude de variabilité, pour que l'on ne doive pas trop se presser de multiplier les espèces. Les limites de grandeur perdent encore par cela même de leur valeur, qu'il s'agit souvent de divers degrés de maturité, dont un examen approfondi révèle seul les différences. Il n'est pas moins difficile souvent de fixer les différences sexuelles, réputées très grandes pour la forme extérieure depuis O.-F. Muller, mais qui ne sont presque pas visibles extérieurement et à l'œil nu d'après les beaux travaux de Claparède. Les différences zoologiques, d'après le nombre et la position des soi-disants stigmates auxquels Koch et d'autres ont attaché une si grande importance, ont également bien peu de valeur. Les stigmates dorsaux ne sont pas des stigmates et ne sont pas dorsaux. Il est passablement difficile, chez les animaux frais et vivants, d'observer tous les détails de nombre, de position, de structure de ces plaques fixatrices ventrales qui entourent l'ouverture génitale, surtout chez les hydrachnides, généralement épaisses et fort peu transparentes; l'étude des animaux préparés devient souvent indispensable pour être fixé sur tous ces points importants, et pourtant elle n'a point été faite jusqu'à ce jour dans le sens sur lequel nous insistons.

Ai-je besoin d'ajouter que, d'après toutes ces considérations, la classification des hydrachnides doit être complètement remaniée; qu'il faut, pour aborder ce sujet difficile, mais plein d'intérêt, des études anatomiques, embryogéniques, zoologiques, comprenant les formes, les variétés, les modifications par le genre de vie, par le milieu, par les changements accidentels du plan morpho-physiologique fondamental de chaque partie de l'ensemble, bien

autrement complètes que les études faites sur ce sujet jusqu'à aujourd'hui.

Le terme d'Hydrachnides, employé par Koch, ce naturaliste si distingué, si plein de mérite, mais qui n'a point étudié les acariens d'eau avec des grossissements assez forts, terme désignant une sous-division, convient d'autant mieux et aussi bien étymologiquement que zoologiquement à toutes les araignées d'eau de cette tribu que, d'un côté, Koch n'a point de nom général pour ses « Wassermilben, » les Acariens aquatiques, et que, d'un autre côté, sa sous-division en Hygrobatides et en Hydrachnides doit nécessairement tomber, ce qui rendrait, en attendant un meilleur groupement, la séparation en ces deux sous-divisions inutile. Il les distingue par le nombre des yeux. Les Hygrobatides, qui comprennent les genres *Atax*, *Nesaea*, *Piona*, *Hygrobates*, *Hydrochoreutes*, *Arrenurus*, *Atractides*, *Acercus*, *Diplodontus* et *Marica*, n'auraient d'après Koch <sup>(1)</sup> que deux yeux, tandis que les genres *Limnesia*, *Hydrachna*, *Hydryphantes*, *Hydrodroma*, *Eylais* du second groupe, celui des Hydrachnides, auraient quatre yeux. Or, toutes les recherches, toutes celles de Menge, si hautement autorisé dans toutes ces questions, toutes les miennes, concordent à envisager pour les deux groupes de Koch l'existence de quatre yeux, deux groupés ensemble de chaque côté, plus ou moins distants, comme un fait tout à fait général.

Le terme d'Hydrachnide peut et doit donc s'employer, dès à présent, pour désigner tout le groupe des Acariens d'eau de la tribu des Arachnides.

<sup>(1)</sup> Uebersicht des Arachnidensystems, III<sup>e</sup> Heft, Nürnberg 1842, p. 7 et 89 et les planches.

Koch, malgré la défectuosité des méthodes à l'époque où il décrivait ces animaux, a cependant toujours montré tant de tact et une si rare perspicacité dans le groupement des arachnides, que très probablement beaucoup de ses déterminations seront ratifiées par une classification future, basée sur des recherches plus complètes. Par cela même, j'ai dû comparer tous les genres de Koch avec l'hydrachnide du Léman que je viens de décrire. Je n'ai trouvé aucune description applicable à notre hydrachnide, seulement un plus grand rapprochement du genre *Atax* que de tout autre. Toutefois, les raisons suivantes m'engagent à ne point placer notre hydrachnide dans le genre *Atax*, mais d'en faire un genre voisin et nouveau.

Voici ces différences : au lieu de la forme ovale, souvent comme tronquée en arrière, notre hydrachnide a une forme presque sphérique ; les stigmates dorsaux de Koch seraient éloignés les uns des autres, tandis que nous les trouvons très rapprochés et ventraux au milieu presque de l'abdomen. En outre, Claparède en indique dix pour l'*Atax*, au lieu de six que nous avons ; chez son *Atax*, d'après lui, ces plaques sont situées tout à fait en arrière, presque du côté de l'anús, ainsi tout autrement que chez nos animaux. L'*Atax*, de Koch, offre à l'avant-dernier article des palpes deux dents et une branche obliquement montante. Notre hydrachnide a six articles de palpes au lieu des cinq de Koch ; le troisième article a une seule dent ou élévation, avec un corps de chitine allongé et pédiculé et la branche montante indiquée lui manque. La paire antérieure des jambes de l'*Atax* serait la plus épaisse, avec des dentelures en bas et une soie mobile sur chaque dentelure ; rien de pareil chez nos acariens. Koch

n'indique pas non plus le membre basal triangulaire qui porte la quatrième paire de jambes et qui est si remarquable chez notre hydrachnide. L'*Atax ypsilophorus* aurait, d'après Claparède, trente à quarante plaques fixatrices ; les *Atax* de Claparède ont au bout des palpes de grands et larges crochets recourbés : nos animaux ont, par contre, de petits coins, à peine visibles avec de forts grossissements, indice tout au plus rudimentaire de crochets.

La comparaison avec les autres genres d'acariens d'eau, de Koch, ne m'ayant pas conduit davantage à l'identité avec notre hydrachnide du lac Léman, j'ai dû nécessairement en faire un genre nouveau, auquel j'ai donné le nom de *Campognatha Foreli*, le nom du genre indiquant le caractère fortement recourbé de la mandibule à sa base, comme nos dessins l'indiquent et telles que les animaux préparés le montrent de la façon la plus manifeste. J'ai dédié l'espèce à M. le professeur F.-A. Forel comme témoignage de ma gratitude pour tout l'aide qu'il m'a donné pour ce travail, en me faisant même à Breslau, à une si grande distance, trois envois d'animaux vivants pendant les mois de janvier et de février, si peu agréables, d'ailleurs, pour le dragage.

Je n'indique point ici les caractères de l'espèce, les ayant décrits longuement dans ce travail, mais je résume en quelques traits les caractères de ce nouveau genre : « Corps rond, presque sphérique, toutefois un tant soit peu plus long que large ; arrondi tout à fait en arrière. Organe des plaques fixatrices (aire génitale), situé vers le milieu de l'abdomen, entre les deux hanches triangulaires ; trois plaques de chaque côté de l'ouverture génitale, six en tout. Les yeux médiocrement distants des deux côtés ; chaque paire d'yeux latéraux composée d'un œil antérieur plus

grand et d'un postérieur plus petit. La position des mandibules est droite, la faux mandibulaire fortement recourbée à sa base d'insertion. Les palpes ont six articles, le troisième avec un prolongement latéral, vertical à son axe; la forme des palpes allongées est plus large en bas, de plus en plus étroite vers l'extrémité libre, qui renferme trois forts petits corps cunéiformes, indice très imparfait de crochets. Les jambes sont longues, minces, en apparence de plus en plus longues d'avant en arrière; la hanche de la dernière paire des jambes est triangulaire, large et longue, à angles émoussés. L'article terminal des jambes muni d'une cavité pour les crochets et de trois crochets, deux longs, quelquefois dentelés, et un plus petit, lisse. Poils des palpes et des jambes médiocrement abondants, assez également distribués. »

Si toute cette description offre encore bien des imperfections qu'aucun lecteur ne saurait regretter plus sincèrement que l'auteur, une observation suivie ultérieure pourra combler une partie de ces lacunes.

H. L.

---

#### § XIV. **Entomostracés**

par M. le Dr *H. Vernet*, de Duillier.

Dans les quelques pages suivantes, je me propose de donner un aperçu succinct sur quelques entomostracés qui habitent les eaux profondes de nos lacs. Je dis un aperçu, car je n'ai pu étudier ces petits êtres que très-superficiellement. Pour arriver à les bien connaître, et surtout à voir si leur organisme présente, au point de

vue anatomique ou physiologique, quelque intérêt particulier, il faut nécessairement observer des animaux vivants, tandis que je n'ai eu à ma disposition que des individus conservés dans l'alcool et en nombre insuffisant. Pour plusieurs espèces, je n'ai eu qu'un individu entre les mains. Je n'en suis pour cela pas moins reconnaissant à M. le professeur Forel, qui a eu la bonté de me remettre les entomostracés qu'il avait recueillis à différentes profondeurs dans les lacs de Genève, de Neuchâtel et de Zurich. J'espère arriver à donner plus tard quelque chose de plus complet, lorsque j'aurai pu travailler sur des êtres vivants.

Ainsi qu'on va le voir, la faune profonde diffère beaucoup de la faune superficielle, mais cependant quelques espèces sont communes aux deux faunes. Je ne sais s'il en est de même pour les autres divisions du règne animal, mais il est assez probable que dans toutes les classes on rencontrera des animaux communs aux deux faunes. Il se peut aussi que, suivant les saisons, une partie de la population superficielle descende dans les profondeurs et *vice versa*. De nouveaux sondages répondront à cette question. A côté de cela, il est certain que quelques espèces vivent toujours au fond; elles ne peuvent faire autrement, car elles sont conformées pour ramper sur la vase et non pour nager. Chez plusieurs entomostracés habitant le milieu des lacs, on trouve certains prolongements du test servant d'organes balanciers. Ces organes font entièrement défaut aux habitants des profondeurs; ils ne serviraient à rien, cela est évident. L'eau est calme, et l'animal n'a pas besoin d'appendices servant de balanciers pour se maintenir en équilibre. Ce qui est bien plus important, ce sont des appendices qui lui permettent de s'accrocher aux corps

plus ou moins résistants qu'il rencontre ; aussi voyons-nous beaucoup de crochets, de piquants ou de poils sur les membres de ces animaux.

Je n'ai pas encore pu me procurer les importants ouvrages de Sars ; aussi se peut-il que quelques-unes des espèces que je donne comme nouvelles soient connues de ce savant. Je me réserve de faire plus tard un triage plus complet ; je ne donne ici, je le répète, qu'un aperçu.

J'ai trouvé dans la faune profonde des représentants de trois ordres d'entomostracés, savoir : des *Phyllopodes*, des *Ostracodes* et des *Copépodes*.

Parmi les Phyllopodes, je n'ai rencontré que des *Cladocères* ; aucun *Branchiopode* ne m'a passé entre les mains. Rien ne prouve cependant qu'avec des recherches plus complètes on ne rencontre quelques espèces de ce sous-ordre.

Les Ostracodes sont assez nombreux et diffèrent beaucoup des espèces vivant à la surface. Tous mes exemplaires, sauf trois, appartiennent au genre *Candona*, un au genre *Cypris*, et deux ont des caractères assez particuliers pour être les représentants d'un nouveau genre.

Pour les Copépodes, nous trouvons deux genres, *Cyclops* et *Canthocamptus*, appartenant à deux familles différentes : *Cyclopidae* et *Harpacticidae*.

Je ne décris et ne nomme aucune espèce nouvelle ; j'attends pour cela d'avoir pu les étudier plus à fond, afin de pouvoir donner une description complète, et surtout de voir ce que chaque espèce peut présenter d'intéressant. J'indique seulement quelques caractères généraux des espèces nouvelles. Ces espèces n'étant pas encore définitivement établies, je ne puis pas m'y arrêter longtemps. Des figures aussi seraient très-utiles ; j'ai dessiné

un individu de chaque espèce, ainsi que tous les organes que j'ai pu isoler. Cela me servira plus tard à contrôler mes premières observations ; mais pour ce coup d'œil général, la publication de ces figures n'est pas indispensable.

M. Forel a attiré mon attention sur les organes de la vue ; un *Gammarus* qu'il a observé était entièrement privé d'yeux ; il est fort possible que cet organe fasse aussi défaut chez quelques entomostracés habitant uniquement les grandes profondeurs où la lumière ne pénètre pas ; mais vu le mauvais état de conservation de tous mes exemplaires, je n'ai pu distinguer les yeux chez aucun Copépode ; ils n'étaient visibles que chez les Cladocères et chez un seul Ostracode. Je vais dire maintenant quelques mots sur chacun de ces trois ordres, sans entrer dans les détails.

---

### CLADOCÈRES

Les Cladocères sont représentés par deux genres, *Sida* et *Lynceus*.

#### *Sida*.

Le genre *Sida* habite les bords de tous nos lacs, mais ces crustacés restent au bord et ne s'aventurent guère en pleine eau ; on ne peut pas les considérer comme appartenant aux espèces pélagiques. Parmi les crustacés pêchés par M. Forel, je n'ai trouvé qu'un seul exemplaire d'une *Sida crystallina* <sup>(1)</sup>, sans l'indication de la profondeur à laquelle elle avait été trouvée.

Peut-être doit-on attribuer sa présence au fond du lac

(1) O.-F. Müller. Zoologiae Danicae Prodomus, 1776.



à une cause accidentelle. Il se peut qu'à la suite de fortes vagues, cet individu ait été entraîné loin du bord et qu'il se soit laissé choir au fond. Cette dernière supposition est justifiée par le fait que le poids spécifique des entomostracés est plus élevé que celui du milieu qu'ils habitent<sup>(2)</sup>. Cette *Sida* doit avoir été prise vivante au fond du lac. Elle est trop bien conservée pour que l'on puisse supposer qu'elle soit tombée morte de la surface.

•  
*Lynceus.*

Le genre *Lynceus* se trouve tout à fait dans son élément en habitant les eaux profondes. Ces petits êtres, qui sont très-répandus partout où il y a de l'eau douce, ont le postabdomen généralement très-développé et armé de crêtes et de crochets de chitine qui facilitent leur locomotion sur la vase. Ils remuent sans cesse ce postabdomen, qui, dans sa position normale, est recourbé en avant ; ils le redressent en le portant en arrière, les crochets s'enfoncent dans la vase, ce qui fixe le postabdomen, et tout le *Lynceus* est lancé en avant. A côté de ce mode de locomotion, ils peuvent aussi nager ; les antennes natatoires leur servent de moteur.

J'ai eu entre les mains trois espèces de ce genre, toutes trois connues.

I. *Lynceus lamellatus* (O.-F. Müller) <sup>(3)</sup>.

La plus grande espèce du genre habite non-seulement

<sup>(2)</sup> Ainsi que le fait observer M. Vernet cet exemplaire de *Sida* n'appartient point à la faune profonde ; il a été pêché au bord du lac devant Morges au milieu des herbes de la plage.

F.-A. F.

<sup>(3)</sup> O.-F. Müller. Entomostraca seu Insecta testacea, p. 73. Tab. IX, fig. 4-6.

les eaux profondes, mais aussi les mares et les ruisseaux. Leydig l'a trouvée dans le lac de Constance et dans les petits lacs des Alpes, Liévin dans des ruisseaux coulant lentement, Fischer dans des canaux dont la surface était couverte de lentilles. Cette espèce a le postabdomen tout particulièrement développé et très-bien armé ; elle a été pêchée dans le Léman, entre 50 et 100 mètres de profondeur.

II. *Lynceus macrourus* (O.-F. Müller) <sup>(4)</sup>.

Il habite les mêmes eaux que le précédent ; son postabdomen est faible et mince, mais bien armé, Liévin lui attribue la même taille qu'au *Lynceus lamellatus*, ce qui fait croire à Leydig que son espèce, laquelle est très-petite, ne serait pas la même que celle de Liévin. L'exemplaire unique dont j'ai pu disposer était, comme celui de Leydig, de faible dimension, 0<sup>mm</sup>,80 de long.

III. *Lynceus striatus* (Jurine) <sup>(5)</sup>.

Deux exemplaires, dont un trouvé dans le Léman, à 25 mètres de profondeur, l'autre dans le lac de Neuchâtel.

Ce *Lynceus* a été décrit sous plusieurs noms ; je lui conserve celui de *striatus*, donné par Jurine, quoique Leydig, Liévin, etc. aient donné ce nom à une autre espèce, chez laquelle la portion céphalique est beaucoup plus développée. Baird a trouvé ce petit cladocère dans différentes parties de l'Angleterre et le décrit sous le nom d'*Alona quadrangularis*. Cet entomostracé habite non-seulement le fond des lacs, mais je l'ai aussi trouvé dans

<sup>(4)</sup> O.-F. Müller. Entomostraca, p. 77. Tab. X, fig. 1-4.

<sup>(5)</sup> Jurine. Histoire des monocles. Genève, 1820, p. 104-156. Pl. 16, fig. 17.

la vase d'un ruisseau, à un endroit où il n'y avait que peu de courant. Il grimpe volontiers sur les parois de verre du flacon dans lequel on le conserve ; son postabdomen porte de fortes dents ; sa première paire de pattes est armée de crochets recourbés, de grandes dimensions. Le bord inférieur des valves a une rangée de poils résistants qui sont, sans aucun doute, d'une grande utilité quand l'animal grimpe sur des corps lisses. Il est tout naturellement retenu par ces poils, qui pénètrent entre les moindres rugosités.

Cette espèce a donc tout ce qu'il faut pour vivre au fond de l'eau ; elle est plus marcheuse que nageuse ; elle peut cependant se soutenir dans l'eau et avancer lentement, mais elle ne tarde pas à se laisser retomber au fond ou à s'accrocher à quelque corps qu'elle rencontre.

J'ai conservé à ces trois espèces le nom générique de *Lynceus*, quoique Baird les ait placées dans trois genres différents de la famille des Lynceidæ, *Eurycercus*, *Camptocercus* et *Alona*.

P.-E. Müller a fait l'observation que chez les Cladocères habitant les eaux profondes, l'œil secondaire, ou, comme il l'appelle, la tache cérébrale, était très-développée. Cette observation se confirme pour les deux dernières espèces ; cette tache noire est à peu près aussi grosse que l'œil lui-même. Chez le *Lynceus lamellatus*, au contraire, la tache reste assez petite. Cela ne signifie, du reste, pas grand-chose, cet œil secondaire n'étant pas visiblement en communication avec le ganglion oculaire et ne présentant généralement que des lentilles très-rudimentaires, il ne doit pas être d'une grande utilité pour le sens de la vue.

---

## OSTRACODES

Les Ostracodes de la faune profonde, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, appartiennent surtout au genre *Candona*; deux espèces à un genre nouveau, et un seul exemplaire du genre *Cypris* a été trouvé à 40 mètres de profondeur.

*Candona.*

Les crustacés de ce genre sont essentiellement conformés pour marcher et non pour nager. Les antennes de la seconde paire ne portent que des piquants servant à s'accrocher, à se fixer dans la vase; aussi les mouvements sont-ils lents, bien plus lents que chez les *Cypris*. Chez ces dernières, les antennes de la seconde paire portent de longues soies natatoires qui permettent à l'animal de se soutenir dans l'eau et de nager avec beaucoup de facilité.

I. *Candona lucens* (Baird) <sup>(6)</sup>.

Cette espèce, découverte par Baird dans les environs de Londres, a été trouvée chez nous dans le lac de Neuchâtel en assez grand nombre, à une profondeur de 65 mètres.

II. *Candona reptans* (Baird) <sup>(7)</sup>.

Comme la précédente trouvée par Baird dans les environs de Londres. Elle a été rencontrée dans le Léman, à une profondeur de 75 mètres.

III. *Candona*, n. sp.

Ce petit Ostracode n'est pas encore connu. Les deux valves sont extrêmement minces et transparentes; elles paraissent plutôt membraneuses que chitineuses. Il a ce

<sup>(6)</sup> Baird. British entomostraca. Ray Society, 1849. P. 160. Tab. XIX, fig. 1.

<sup>(7)</sup> Baird. Brit. entom. P. 160. Tab. XIX, fig. 3.

caractère en commun avec la *C. detecta* de O.-F. Müller<sup>(8)</sup>. Il habite le Léman, entre 60 et 80 mètres de profondeur.

IV. *Candona*, n. sp.

Cette *Candona*, dont la forme rappelle beaucoup celle d'un œuf, a été trouvée dans le Léman, à 40 mètres de profondeur, au nombre de deux individus ; elle est assez grande, 1<sup>mm</sup>,4 de long.

V. *Candona* ?

Un seul exemplaire, trouvé à Zurich, entre 28 et 50 m. de profondeur, très-mal conservé, une seule des valves complètes ; il ne restait que des débris de membres. Peut-être est-ce une espèce habitant la surface, tombée morte au fond du lac. Il est même impossible de déterminer avec certitude le genre auquel elle appartient.

*Cypris*.

Animaux nageant très-bien et vivant bien plus près de la surface des eaux qu'au fond.

*Cypris minuta* (Baird)<sup>(9)</sup>.

La plus petite espèce du genre, trouvée par Baird aux environs de Londres, habite le Léman. Elle a été tirée de 40 mètres de profondeur. Elle est conformée exactement comme les espèces vivant près de la surface, de manière à nager parfaitement. Les soies natatoires de la seconde paire d'antennes sont très-longues. Cette *Cypris* est très-commune dans toutes nos eaux.

<sup>(8)</sup> Müller. Entomostraca seu insecta testacea. 1785. 49. T. 3. fig. 1-3.

<sup>(9)</sup> Baird. Trans. Bern. Nat. Club., i, 99, t. 3, f. 9. 1835.

## GENUS NOV.

Pour les deux Ostracodes suivants, je crois devoir établir un nouveau genre, tant ils diffèrent des deux genres précédents. Je vais en quelques mots indiquer leurs caractères principaux, me réservant toujours de revenir d'une manière plus complète sur ce sujet, quand j'aurai pu étudier le développement, le genre de vie, ainsi que la conformation intérieure de ces petits êtres.

*Valves* égales fermant complètement l'une sur l'autre, épaisses, résistantes.

*Antennes de la première paire* composées de cinq articles seulement, formant un coude prononcé entre le premier et le second article ; les autres sont moins mobiles. 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> courts et larges, portent de solides piquants. 5<sup>e</sup> long et mince, porte deux longs piquants et quelques petits poils. Le second article aussi porte à son milieu quelques poils très-fins.

*Antennes de la seconde paire* composées de trois articles, les deux premiers longs et relativement minces, le dernier court, s'articulant au bord externe du second, au lieu du bord interne, comme chez les *Candona* ; il porte un fort piquant ; l'extrémité antérieure du second article est aussi armée de deux piquants.

Les deux paires d'antennes offrent encore moins de mobilité que celles des *Candona* ; aussi peut-on sans hésitation en conclure que les animaux de ce genre ne peuvent pas nager, mais qu'ils passent leur vie uniquement à ramper sur la vase ou à grimper sur les corps qu'ils peuvent rencontrer.

*Appareil masticateur.* Je n'ai pas encore pu en suivre

tous les détails. Les mandibules se terminent par des dents assez fortes. Les maxilles portent à leur extrémité trois prolongements digitiformes et un appendice palpiforme, composé de deux articles, le tout armé de crochets; comme chez les *Candona* et *Cypris*, la lame branchiale existe aussi, mais elle est plutôt moins volumineuse. La seconde paire de maxilles ou pattes-mâchoires a, jusqu'ici, échappé à mes recherches, mais je ne mets pas pour cela son existence en doute.

*Pattes* minces et assez faiblement armées; une des paires, cependant, la première, porte deux crochets caractéristiques à l'extrémité du premier article. A la base du même article, on remarque un appendice cylindrique à peu près aussi long que l'article tout entier; il porte un nombre infini de poils très-fins, rangés très-régulièrement sur toute la circonférence, ce qui, à première vue, fait paraître cet appendice formé par une suite de très-petits anneaux placés à la suite les uns des autres. Quant au but que doit remplir cette partie secondaire de la patte, il m'est, pour le moment, impossible d'en dire quelque chose.

Une autre particularité de ce genre est la réduction du postabdomen. Au lieu de se terminer par une furca longue et armée de piquants, comme chez les deux genres précédents, il se termine brusquement, sans aucun prolongement. Cela doit rendre la locomotion encore plus lente; aussi, s'il m'est permis de faire une supposition, je dirai que ce genre doit se nourrir en grande partie des cadavres des animaux qui se rencontrent très-abondamment au fond des lacs. Si mon hypothèse est exacte, ces crustacés n'auront pas besoin de faire beaucoup de chemin pour satisfaire leur appétit.

Ce genre, on le voit, se rapproche du genre *Cythere*, qui habite la mer. Je crois même qu'il faudra le faire rentrer dans la famille des *Cytheridæ*; malheureusement, mes données sont encore trop peu positives et trop incomplètes pour marcher avec assurance. Pour récapituler, je dirai que ce nouveau genre a, comme ressemblance avec les *Cytheridæ*, la dureté des valves, la forme générale des membres, et surtout l'absence presque complète de post-abdomen. Quant à la seconde maxille, qui, chez les *Cytheridæ*, a son palpe tellement développé qu'il est semblable à une paire de pattes (ce qui en élève le nombre à trois paires), j'ai déjà dit que, quoique n'ayant pu la découvrir, je croyais à son existence. Je n'ai trouvé que deux paires de pattes : donc la seconde maxille n'est pas transformée en organe de locomotion. Ce membre de la cinquième paire ne peut pas manquer entièrement ; il est seulement admissible qu'il ait subi une transformation quelconque, c'est-à-dire, ou qu'il soit réduit à l'état rudimentaire, ou changé en organe de locomotion ou de mastication, ou en tout autre chose.

Lors même que je n'aie pas encore pu en trouver de traces, je ne suis pas pour cela en droit de prétendre qu'il doive manquer. Peut-être l'appendice cylindrique de la première paire de pattes représente-t-il à l'état rudimentaire le membre de la cinquième paire. Ce point reste forcément obscur pour le moment.

Il y a encore une particularité anatomique pour ce genre, particularité qui le rapproche de la famille des *Cytheridæ*. Je n'ai pas trouvé chez les mâles de glandes muqueuses (Schleimdrüsen de Zenker) ; mais n'existent-elles réellement pas, ou me sont-elles seulement restées invisibles ? Il est, je le répète encore, très-difficile, sinon im-



possible, d'étudier l'anatomie de ces petits êtres sur quelques rares exemplaires conservés dans l'alcool depuis plusieurs années.

*Première espèce.* Trouvée dans le Léman, à 70 mètres de profondeur. La partie antérieure est plus large que la postérieure ; la forme générale est régulière et rappelle un œuf. 0<sup>m</sup><sup>m</sup>,90 de long ; les valves sont très-dures.

*Deuxième espèce.* Trouvée aussi dans le Léman, entre 50 et 70 mètres de profondeur. Sa forme est plus allongée ; les deux extrémités de même largeur, quoique le bord antérieur inférieur fasse un peu saillie ; elle est légèrement plus longue que la première espèce ; les membres sont, en général, moins forts, plus minces et plus allongés ; les valves aussi sont sensiblement moins dures.

---

#### COPÉPODES

Nous ne trouvons dans les eaux douces que trois genres de cet ordre, et deux seulement habitent les eaux profondes, savoir : *Canthocamptus* et *Cyclops*.

##### *Canthocamptus.*

Représenté par une seule espèce : *Canthocamptus staphylinus* (Jurine) <sup>(10)</sup>. Ce crustacé a été trouvé à une profondeur de 300 mètres dans le lac de Genève. Il est mieux conformé pour ramper sur la vase que pour nager, ce qui explique très-bien qu'on le rencontre à une pareille profondeur.

<sup>(10)</sup> *Jurine*. Histoire des monocles. Genève, 1820. P. 74-84. Pl. VII.

Les pattes antérieures ayant une de leurs branches longue et mince, l'autre courte et large, elles servent bien plus comme pince que comme rame. Chez les Cyclops, c'est le contraire : les pattes sont larges et peu allongées; aussi servent-elles surtout à la natation. Le *Canthocamptus staphylinus* habite non-seulement les eaux profondes, mais aussi les mares et les cours d'eau. Je l'ai trouvé en différents endroits, dans les environs de Berlin, puis dans le canton de Genève, dans un petit ruisseau au-dessous de Carouge, lequel se jette dans l'Aire et de là dans l'Arve.

J'ai aussi trouvé une autre espèce du même genre, *Canthocamptus minutus* (Claus) <sup>(11)</sup>, dans un autre petit ruisseau, qui se dessèche entièrement pendant tous les étés, au pied du Jura, au-dessus du village de Genollier. Il est fort possible qu'on la rencontre aussi au fond du lac, à une grande profondeur.

### *Cyclops.*

Représenté par trois espèces nouvelles et un jeune exemplaire indéterminable.

*Première espèce.* Un très petit Cyclops, 0<sup>mm</sup>,76 de long. Il ressemble à une espèce connue, *C. Canthocarpoides* (Fischer) <sup>(12)</sup>, et, comme ce dernier, établit la transition entre le genre *Cyclops* et le genre *Canthocamptus*.

Il a les antennes composées de huit articles ; celles du *C. Canthocarpoides* en comptent dix, ce qui, joint à la différence de taille, empêche de les confondre. Ce Cy-

<sup>(11)</sup> Claus. Freilebenden Copepoden. 1863, p. 122. Taf. XII. Fig. 1-3. Taf. XIII. Fig. 2.

<sup>(12)</sup> Fischer. Beitræge zur Kenntniss, etc ..

clops habite le lac de Genève en compagnie du *Canthocamptus staphylinus*; il a été trouvé, comme ce dernier, à 300 mètres de profondeur, au nombre de quatre exemplaires, 3 ♂, 1 ♀.

*Deuxième espèce.* Un Cyclops relativement grand, 2<sup>mm</sup>,5; antennes composées de onze articles. Trouvé dans le Léman, à 60 mètres de profondeur. Je n'en ai eu que deux exemplaires ♀.

*Troisième espèce.* Même taille que le précédent; douze articles aux antennes. Trouvé à 84 mètres de profondeur dans le Léman. Un seul exemplaire ♀.

Dans ce genre, nous n'avons donc pour la faune profonde aucune espèce connue; cependant, on ne peut pas encore en tirer une conclusion. Deux de ces Cyclopes ne présentent rien de particulier dans leur conformation générale; ils ont les caractères génériques très-distincts; ils nageraient aussi bien à la surface qu'au fond, à en juger par leur forme. On ne peut faire une exception que pour la première espèce, qui se rapproche du genre *Canthocamptus*; mais si ce Cyclope rampe, il nage certainement aussi; il est même bien plus fait pour nager que pour ramper.

H. V.

---

## § XV. Mollusques.

Par M. le Dr A. Brot, à Genève.

Les mollusques recueillis dans les différents dragages opérés dans les profondeurs de nos lacs suisses sont les suivants :

*Cyclas cornea*, Lam.

Je rapporte à cette espèce, telle que la décrit Dupuy (*Hist. moll. France*, p. 667), une valve dépareillée de *Cyclas* recueillie dans le lac Léman, à 4 mètres de profondeur ; elle est bien caractérisée par la saillie presque nulle des crochets et sa forme subovale arrondie.

Un second échantillon jeune, mais vivant, a été trouvé dans le Bodensee (Untersee), à 20 mètres.

---

*Pisidium annicum* Jen. (*P. obliquum*. C. Pf.)

Un seul échantillon de petite taille du Boden See (Untersee), à 20 mètres.

---

*Pisidium lenticulare*, Norm. (*P. casertanum*, Bourg, var. — *P. pulchellum*, Jen.)

Ce n'est pas sans quelque hésitation que je me décide à adopter cette détermination pour les nombreux *Pisidium* que j'ai devant les yeux ; l'étude de ces petites coquilles est extrêmement difficile, et les espèces ont été tellement multipliées qu'un spécialiste seul pourrait s'y reconnaître. J'ai examiné aussi attentivement que possible les spécimens qui m'ont été donnés, et il m'a paru que, dans tous les cas, ils appartenaient tous aux formes ovales de Bandon (Essai monogr. sur les Pisidies françaises).

Aucun échantillon ne présente les autres formes indiquées par cet auteur (*cuneata*, *trigona*, *tetragona*, etc.). Le plus grand nombre des échantillons n'est pas adulte, comme le prouve non-seulement leurs petites dimensions (1-2 mill.), mais encore la compression des valves et leur forme suborbiculaire; dans cet état, il est fort difficile de décider l'espèce à laquelle ils appartiennent. Quelques-uns cependant sont décidément parvenus à leur entier développement et présentent une coquille légèrement unilatérale ovale, sans angles appréciables et avec des sommets peu saillants, l'ensemble de la coquille étant assez ventru. Leurs dimensions sont très petites comparées à celles des échantillons qui vivent dans nos eaux peu profondes, car ils ne dépassent guère 2-3 mill. de diamètre transversal. Ces *Pisidium* paraissent habiter à toutes les profondeurs, car ils ont été recueillis depuis celle de 4 mètres jusqu'à 300 mètres dans le lac Léman. Ceux qui proviennent des autres lacs de la Suisse me paraissent appartenir à la même espèce et sont également très petits; ils ont été recueillis dans le lac de Constance à 20 et 25 mètres; dans le lac de Zurich, à 28-50 mètres, et dans le lac de Neuchâtel à 65 mètres.

Il serait fort à désirer que ces *Pisidium* fussent donnés à l'examen d'un naturaliste plus compétent; car, je le répète, ce n'est qu'avec toute réserve que je me hasarde à leur donner un nom.

---

*Valvata obtusa* (Cyclort) Drap. (*V. piscinalis*).

Espèce bien reconnaissable, recueillie vivante dans le lac Léman, à 4 mètres et à 50-100 mètres de profondeur. Ces derniers échantillons sont plus déprimés que ceux qui

ont été trouvés à une profondeur moindre. Un échantillon unique du lac de Constance (à 25 mètres) se fait remarquer par d'assez grandes dimensions.

---

Le genre *Limnée* est représenté par deux formes d'aspect et de dimension bien différents, mais qui pourraient bien malgré cela appartenir à une seule et unique espèce, l'une n'étant que le jeune âge de l'autre. Il ne paraît pas qu'il ait été trouvé jusqu'à présent d'échantillons intermédiaires, mais j'espère pouvoir d'ici à quelque temps résoudre la question, si je réussis à élever un certain nombre d'échantillons vivants que je dois à l'obligeance de M. le professeur Forel. En attendant, il me paraît préférable de maintenir les deux formes séparées.

La première est évidemment une variété de *L. stagnalis* Müll. et ne diffère guère du type que par sa petite taille (alt. 15, diam. max. 9-10 mill.); elle appartient plus spécialement aux formes lacustres, caractérisées par la brièveté relative de la spire et le développement brusque du dernier tour; les tours de spire sont au nombre de  $4\frac{1}{2}$ -5. Ce dernier mesurant à lui seul 11 mill. de hauteur sur un diamètre de 9-10 mill., tandis que l'avant-dernier tour n'a que 4 mill. de diamètre. Cette forme est beaucoup plus rare que la suivante; j'en ai reçu trois échantillons, dont deux, actuellement vivants chez moi, ont été recueillis à 50 mètres de profondeur devant Morges; le troisième est mort et privé de sa spire et provient de la même localité. Quelques fragments peu caractérisés provenant du lac de Zurich paraissent appartenir à la même espèce. (Pl. III, f. 4.)

La seconde forme habite avec la précédente, mais a été

recueillie aussi à des profondeurs beaucoup plus considérables; elle pourrait bien n'en être que le jeune âge; cependant, elle a tout à fait l'apparence d'une coquille adulte, le bord droit paraissant avoir une tendance à se dilater. Je désignerai provisoirement cette forme sous le nom de *Limnée abyssicole*.

*L. abyssicola* m. *T. parvula*, *oblongo-acuta*, *tenuicula palliè cornea*; *anfractus 4 convexi*, *suturâ impressâ divisi*, *laxè convoluti*, *sub lente tenuissimè irregulariter transversè striati*; *apertura acutè ovata*, *supernè acuta*, *basi rotundata*; *marginè dextro paululum dilatato*; *sinistro appresso*, *rimam umbilicalem occultante*; *callo parietali conspicuo*.

J'ai peine à croire que ce petit *Limnée* ne soit pas une transformation de quelque autre espèce connue; mais il présente des caractères si particuliers que je ne peux le rapprocher avec certitude d'aucune autre espèce à moi connue et je le décris provisoirement comme nouveau. Il est impossible au premier coup d'œil de ne pas être frappé de sa ressemblance avec la *Succinea oblonga*, dont il a tout à fait la dimension, le port, le mode d'enroulement des tours de spire; bien entendu, cependant, que cette ressemblance n'est qu'apparente et que nous avons à faire à une véritable *Limnée*. Les dessins ci-joints ont été faits à la chambre claire par M. le professeur A. Humbert et à deux grossissements différents  $\frac{2}{4}$  et  $\frac{4}{4}$ . (Pl. III, f. 5 et 6.)

Ce *Limnée* paraît se trouver généralement dans les grandes profondeurs de 30 mètres à 100 et 260 mètres dans le lac Léman, il se trouve également dans le lac de Constance à 25 mètres.

En résumé, d'après les spécimens qui ont été soumis à mon examen, la faune malacologique des profondeurs du lac est beaucoup plus riche que l'on ne pouvait s'y attendre, et plusieurs des espèces que j'ai citées paraissent être très abondantes, si l'on tient compte du peu d'étendue de la surface explorée.

Mais ce qui est encore plus singulier c'est de rencontrer à des profondeurs semblables des mollusques pulmonés, des *Limnées* que nous voyons partout ailleurs vivre presque autant hors de l'eau que dans l'eau, et dont l'appareil respiratoire est construit pour respirer l'air en nature. Les individus pêchés vivants paraissent au moment de leur capture, et d'après les observations de M. le professeur Forel, ne renfermer absolument point d'air dans leur poumon; comment ces mollusques peuvent-ils s'habituer d'une manière aussi absolue à un genre de vie aussi contraire à leur organisation, car il est bien évident que, dans des profondeurs pareilles, il n'est pas question de venir chercher l'air à la surface de l'eau. D'un autre côté ces mêmes *Limnées* placés dans un bocal reprennent immédiatement leurs habitudes normales et viennent à la surface respirer, comme s'ils n'avaient jamais cessé de le faire.

J'en possède un individu que j'ai placé dans un bocal depuis près de deux mois; il se comporte exactement comme un *Limnée* pris dans la première mare d'eau venue et vient à la surface respirer et reste même assez souvent complètement hors de l'eau pendant des journées entières. J'ai pu constater sur cet exemplaire que les points oculaires sont très visibles et parfaitement noirs, ce qui ferait supposer un développement parfait des organes visuels.



D'après la taille des *Pisidium* et des *Limnées* que j'ai eus devant les yeux, il est permis d'admettre que le séjour dans les grandes profondeurs influe notablement sur la taille des mollusques. Les *Pisidium* restent bien au-dessous des dimensions qu'ils atteignent dans les localités réchauffées par le soleil et exposées à la lumière, à supposer toutefois que, comme je l'ai supposé, l'espèce soit bien la même. Quant aux *Limnées*, ils sont non-seulement très petits, mais encore ne possèdent que quatre tours de spire, tandis que généralement nos formes analogues en possèdent cinq. J'ai, du reste, déjà observé cette maturité précoce et devançant le développement complet des tours de spire chez certains *Limnées auriculaires* nains vivant dans des conditions peu favorables, comme, par exemple, des eaux froides, des sources de montagne.

A. B.

---

### § XXI. *Turbellariés limicoles*

par M. le Dr G. du Plessis, prof. à l'Académie de Lausanne.

On trouve constamment dans le limon du fond du lac trois espèces de vers ciliés, appartenant à trois genres différents (*Vortex*, *Mésostome*, *Planaire*). Ces trois formes lacustres présentent ceci de commun qu'elles ne vivent que dans le limon du fond, et qu'elles se trouvent dans ce même limon à toutes les profondeurs, depuis la ligne où il commence à se déposer jusqu'au fond du bassin où il est le plus abondant.

Ces trois formes ont aussi cela de particulier, c'est qu'elles diffèrent de toutes les autres espèces des mêmes

genres, habitant les ruisseaux et les marais du canton. Ce sont des types *lacustres* et des types de *fond*. De plus, ils sont *limicoles* alors que leurs congénères sont plutôt *saxicoles* et se cachent sous les pierres plutôt que dans la vase.

Ces trois formes présentent certains caractères spéciaux, certaines particularités qui, devant frapper tous les observateurs compétents, auraient été signalées ; or, comme dans les espèces jusqu'ici décrites, ces particularités ne sont pas relevées, nous croyons devoir donner dans ce travail le signalement détaillé de nos espèces, et, s'il se confirme qu'elles ne sont décrites ou figurées nulle part, on pourra peut-être admettre les dénominations que nous proposons pour elles.

---

Nous débiterons par la forme la plus remarquable des trois : c'est un Vortex que nous avons tout lieu de croire inédit, jusqu'à preuve du contraire.

Nous en donnerons la description et la figure, Pl. III, fig. 1.

*Dimensions.* Longueur, 7 millimètres; largeur, 2 millimètres, dans la plus grande extension.

*Forme.* Ce ver est elliptique, ovale, allongé dans l'extension, presque cordiforme dans la contraction. Le dos est bombé comme celui d'une petite limace. La face ventrale sur laquelle l'animal rampe est aplatie. La tête se termine en pointe mousse ; la partie postérieure du corps en pointe plus aiguë. Par la couleur, et la forme générale, il ressemble tout à fait en diminutif à la petite *Limax agrestis*.

*Couleur.* Le fond de la couleur est un blanc laiteux, très remarquable. Cette couleur laiteuse est celle de tout

le fourreau de l'animal ; mais cette tunique blanche présente à l'extrémité céphalique deux taches pigmentaires noires bilobées (points oculiformes), d'où partent des traînées noires ou brunes qui se ramifient sur le dos, s'y anastomosent et y dessinent un réseau marbré d'un aspect très élégant. Ce réseau, très fin, étend ses mailles jusqu'au bout de la queue. Il provient uniquement des points oculiformes, et la face ventrale, uniformément blanche, ne montre rien de semblable. La moitié postérieure du sac oblong formé par les téguments laisse voir, par transparence, les organes y contenus, ce qui donne à cette partie du corps l'aspect d'une large tache rousse, entourée d'un limbe laiteux. Cette tache rousse est formée par les organes sexuels et la couche hépatique du sac digestif. Voilà l'aspect de l'animal, tel qu'on peut le constater sans microscope, à l'œil nu ou à la loupe.

Au microscope et à un grossissement de 50 — 100 diamètres, voici ce qu'on observe, sans toucher à l'animal pour le disséquer. Toute la peau est couverte de cils vibratiles courts, très fins ; leur mouvement perpétuel, vu d'en haut, fait absolument l'effet d'un champ de blé ondulant sous le vent. Sur le dos, on voit très bien les taches oculiformes se résoudre en particules pigmentaires d'une extrême finesse. Cette poussière, concentrée en deux masses bilobées, s'étend sur le dos pour former les marbrures susdites. Sous les cils et entre les cils, la peau semble grenue et comme chagrinée de points dispersés qui, de profil, se montrent comme de petites baguettes. De profil et en coupe optique, on distingue très bien à la peau une couche superficielle qui porte les cils, puis une couche transparente sous-dermique, puis les muscles de l'enveloppe du corps. C'est dans l'épaisseur de la pre-

mière couche que l'on voit les bâtonnets. A travers la transparence des couches de la peau, on aperçoit très bien une trame de fibres musculaires se croisant à angle droit, comme le tissu de la batiste. On reconnaît deux couches, l'une externe longitudinale, l'autre interne, annulaire ou transversale. Cette tunique musculaire forme un étui complet et double la peau partout. Elle lui est si adhérente, qu'on ne peut la séparer qu'avec peine. Ce sont ces muscles seuls qui donnent à l'animal sa teinte laiteuse. A travers cette double couche de muscles, on distingue dans la moitié antérieure du corps un tube d'un blanc mat, beaucoup moins transparent que les autres tissus, mais qui, cependant, se montre formé, comme l'étui musculaire, de deux épaisses couches de fibres, longitudinales et transversales. Elles sont si marquées, qu'on les voit bien à travers la peau et l'étui musculaire qui la double. Cet organe est la *trompe*, et l'on ne tarde pas à s'en assurer, car l'animal la fait sortir fréquemment par l'ouverture en boutonnière de la bouche, qui est placée en avant, à l'extrémité de la tête. Cette trompe est un tube en forme de tonneau, ouvert aux deux bouts. L'extrémité antérieure communique au dehors par la bouche (ouverture de la peau par où la trompe peut sortir); la postérieure pend dans la cavité du corps, où elle est maintenue en place par quelques fibres musculaires dorso-ventrales. On voit très bien tous ces détails à travers l'enveloppe du corps. Pour voir quelque chose de plus, il faut comprimer très légèrement l'animal entre deux lamelles. Alors on remarque, à travers les téguments, que la tache roussâtre de la moitié postérieure du corps est composée de trainées de cellules diversiformes appartenant à l'appareil digestif et reproducteur.

Sur les côtés sont deux amas de grosses cellules grises, rondes ou ovales, à gros noyau. Elles se montrent en partie remplies de zoospermes flagelliformes. Ce sont les cellules testiculaires. Puis viennent plus en dedans, à droite et à gauche deux masses, lobulées, granuleuses et d'un jaune pâle. Ce sont les glandes vitelligènes. Enfin, le milieu de la tache est formé par une couche de grosses cellules brunes, irrégulières, amœboïdes, entre lesquelles on voit, au-dessous et sur les côtés, une foule de petites cellules parfaitement rondes. Les premières sont des cellules hépatiques; les secondes des œufs non mûrs. Enfin, tout à fait à la partie postérieure du corps, dans le triangle caudal, on remarque une vaste cavité débouchant au dehors par un pore triangulaire. C'est le sac copulateur dans lequel arrivent côte à côte les organes génitaux des deux sexes. On y voit par transparence le pénis, long tube replié, dont l'extrémité rentre en elle-même, comme les tuyaux d'une longue vue. On y aperçoit aussi déboucher l'oviducte et le conduit déférent. Ce dernier se renfle à la base du pénis, pour former une vésicule pleine d'un amas de zoospermes capillaires qui, par leur condensation, font une tache grise ou blanche. Sur certains individus, on aperçoit dans l'oviducte un gros œuf mur, orangé, couleur due au jaune et à la coque de cet œuf unique. Sur d'autres individus, on voit une tache noirâtre, qui semble appendue à l'oviducte. C'est une poche copulatrice qu'on n'aperçoit bien que quand elle est pleine de zoospermes. Ces derniers ne présentent que là les mouvements ondulatoires qui leur sont particuliers. Partout ailleurs, dans les testicules et même dans la vésicule séminale, ils restent immobiles.

Outre ces divers organes, on voit très bien sur l'animal

un peu comprimé deux canaux aquifères, partant d'un tronc commun très court placé dans le triangle caudal et qui ne tarde pas à se bifurquer en deux rameaux d'égale dimension, lesquels remontent à droite et à gauche jusque vers les points oculaires, en se ramifiant à l'infini. Ces ramifications vraiment capillaires s'anastomosent de façon à former sous la peau de la face dorsale un réseau très élégant, mais dont on n'aperçoit à la fois qu'une faible portion, suivant les attitudes de l'animal. On voit très bien, de place en place, dans les grands troncs latéraux, des cils vibratiles onduler vivement sur la paroi interne du canal, qui paraît là formé de deux couches à double contour.

Nous avons eu beaucoup de peine à découvrir l'ouverture par où l'eau pénètre dans ces canaux bifurqués. Elle est, en effet, située précisément à la pointe de la queue, de sorte qu'on ne peut la voir, ni de la face dorsale, ni de la face ventrale, mais seulement quand l'animal nageant librement dans un verre de montre un peu profond se place verticalement, tournant l'extrémité caudale vers l'observateur.

Alors on voit nettement une fente, en forme de croissant, qui peut s'ouvrir plus ou moins et dont les bords sont garnis de cils vigoureux. C'est cette boutonnière qui conduit l'eau dans le tronc commun placé sous la peau du dos, au-dessus de la poche copulatrice.

Tels sont les détails appréciables, sans dissection, par la simple transparence de l'animal.

---

Si on essaie à l'aide d'aiguilles à cataracte ou de ciseaux fins d'isoler ces organes, on arrive à quelques dé-

tails de plus, mais on s'aperçoit bien vite de la difficulté de cette besogne.

La cuticule qui porte les cils vibratiles est tellement adhérente à l'étui musculaire qu'elle recouvre qu'on ne peut l'en détacher que par des moyens endosmotiques. Alors, sur les lambeaux ainsi obtenus, on voit qu'elle forme une membrane mince, granuleuse et semée çà et là de noyaux ovales et ronds assez distincts.

Entre cette membrane et les muscles se glissent les traînées pigmentaires qui partent des yeux et les conduits aquifères sus-mentionnés. En déchirant la peau, on isole parfois un lambeau de ces canaux, ce qui montre qu'ils ont bien des parois propres et ne forment pas de simples trajets lacuneux. Les couches musculaires sont composées d'éléments à fibre lisse. La fibre est rubannée, fort longue, fusiforme et souvent ramifiée et comme échevelée aux deux bouts. Nous n'avons pu (pas plus que Keferstein) découvrir dans ces fibres un cylindre axial ou des traces de stries, comme cela se voit dans les Planaires d'eau douce.

Le système nerveux, très difficile à voir, ne présente qu'une masse ganglionnaire bilobée, située sous les points oculiformes, et si bien mêlée à la couche musculaire sous-jacente qu'on ne la distingue qu'à sa couleur jaunâtre et à sa manière différente de réfracter la lumière.

Sous le pigment oculaire, nous n'avons su découvrir aucune trace quelconque de cristallin ou autre corps réfringent.

Le système digestif ne présente comme organe isolable que la trompe. Elle est en forme de tonneau et composée de plusieurs couches fort épaisses de rubans musculaires longitudinaux et annulaires, plus larges et plus courts que

ceux de la peau. L'intérieur de la trompe est cilié. Son extrémité supérieure débouche dans un repli de la peau, qui forme un sac, s'ouvrant en boutonnière buccale, en avant des yeux. L'extrémité inférieure, ouverte aussi en boutonnière, plonge au milieu du sac formé par la peau et les muscles.

Le reste de la cavité digestive est simplement circonscrit par la peau et la couche musculaire sous-cutanée. Sur la paroi interne de celles-ci s'insèrent les glandes brunes, qui, mêlées aux ovaires, forment la couche hépatique et constituent un foie supposé.

Il est très difficile de détacher ces cellules de leur point d'appui; mais alors on assiste à un curieux spectacle, car, quand elles sont détachées de l'enveloppe cutanée et séparées les unes des autres, elles se présentent d'abord comme des masses de sarcode parfaitement rondes, pleines de granulations et d'un suc jaune; mais, au bout d'un instant, elles poussent des prolongements *amœboïdes*, deviennent étoilées et rampent comme un protée sur le verre.

Entre elles, et dispersées irrégulièrement, on aperçoit des cellules toutes rondes, avec un gros noyau excentrique, qui contient un beau nucléole. Ce sont des œufs non mûrs, sans jaune ni enveloppe. Les lobes de la glande vitelligène sont composés d'agglomérations de petites cellules rondes, bourrées de granulations graisseuses, qui forment le jaune.

Cette glande vitellinaire double n'est pas plus que les testicules contenue dans une enveloppe spéciale. Elle se compose de deux trainées de cellules adossées à la paroi du sac cutané, et ce n'est qu'en convergeant avec l'ovaire vers l'oviducte commun, que les œufs, revêtus du jaune, s'en-



gagent dans ce canal à parois propres et isolables. Cet oviducte (sur lequel se greffe la poche copulatrice, qui n'en est qu'un diverticule) est composé, comme le conduit déférent, son voisin, d'une double couche musculaire doublée de cellules épithéliales ovales. Il débouche, à côté du pénis, dans le sac copulateur, et le pore génital commun qui débouche au dehors est encore entouré d'un cercle de glandes unicellulaires *lagéniformes* décrites d'abord par Kéferstein sur les Planaires marines (*Kittdrüse*) et qui revêtent l'œuf à son passage d'un enduit glutineux.

Quant aux deux trainées testiculaires qui limitent à droite et à gauche la tache roussâtre des viscères, elles se composent, nous l'avons vu, de grosses cellules ovales ou rondes à gros noyau et à gros nucléoles. Elles s'alignent le long des flancs, et l'on voit fort bien, selon qu'elles approchent du sac copulateur, leur contenu se métamorphoser en longs zoospermes capillaires. Ceux-ci se forment d'abord aux dépens du contenu de la cellule, car on en voit d'épais faisceaux formés avant que le noyau ait disparu ; mais enfin il prend part lui-même à la transformation, et la cellule n'est plus qu'une enveloppe pleine de boucles de filaments déroulés. Ils deviennent enfin libres par la rupture des parois et s'amassent alors dans deux conduits déférents fort courts qui convergent à la base du pénis pour se renfler en vésicule séminale, doublée d'épithéliums en pavés.

Dans la vésicule séminale, les zoospermes, jusqu'ici étendus, s'enroulent d'une façon si curieuse, que ce fait suffirait seul à démontrer la nouveauté de l'espèce. En effet, ces zoospermes se composent d'une tête très longue, en forme de manche de fouet, assez mince, auquel succède un long cil, qui forme le fouet lui-même. Or,

celui-ci s'enroule en spirale autour du manche; mais comme il est deux fois aussi long que ce dernier, il redescend autour de lui en formant une seconde spirale en sens inverse de la première, de sorte que le manche est transformé en caducée par ces deux spirales croisées. Pl. III, fig. 3.

Ce détail est trop caractéristique pour avoir été omis s'il eût été déjà vu. De la vésicule séminale part le pénis, qui est composé de muscles très fins, longitudinaux et annulaires, doublés d'une cuticule non ciliée, mais à épithélium granuleux et résistant.

Ce pénis tubuleux est fort long, mais ne le paraît pas, ses différentes sections rentrant les unes dans les autres, à la manière d'une longue vue; mais quand on comprime l'animal, il se déroule souvent et fait saillie au dehors par le pore génital du sac copulateur.

Ajoutons que, quoique l'animal soit ainsi hermaphrodite, jamais on ne trouve en même temps des œufs mûrs et des zoospermes achevés dans le même individu. Toujours l'un des produits est en retard ou en avance sur son voisin. Du reste, il ne mûrit qu'un seul œuf à la fois. Il est orangé, fort gros et distend l'oviducte.

---

Voici tous les détails que nous a révélés la dissection jusqu'ici. Ils sont d'ailleurs conformes à ce que l'on sait de l'anatomie des autres Rhabdocèles; toutefois, l'on doit insister sur ce point, c'est que les testicules et ovaires ne se forment nullement dans des organes définis, entourés d'enveloppes et isolables.

Au contraire, les glandes sexuelles se forment librement, aux dépens des cellules de la paroi interne du corps, cellules petites et rondes, dispersées en couches sous l'enve-

loppe musculaire et qui sont l'analogue du tissu cellulaire d'autres animaux.

Il s'ensuit que testicules et ovaires ne peuvent être isolés et disséqués séparément. On entraîne toujours avec eux les cellules voisines, les muscles et la peau.

Ce fait, contraire aux figures d'Oscar Schmidt, concorde avec les découvertes de Kéferstein sur les Planaires marines, où les glandes sexuelles se forment aussi dans tout le parenchyme.

---

Si, à l'aide des détails ci-joints, on reconnaît que notre forme lacustre est en effet inédite, nous proposerons de l'appeler *Vortex du Léman*, *Vortex Lemani*.

---

La diagnose de l'espèce serait alors *Vortex lacustre*, limicole, blanc roussâtre, marbré, long de 7 millimètres, large de 2 dans l'extension.

G. DU P.

---

## § XVII. Algues

par M. J.-B. Schnetzer, prof. à l'Académie de Lausanne.

Dans le limon que M. le professeur Forel a pris au fond du lac Léman, de 30 à 60 mètres de profondeur on rencontre assez fréquemment de petites masses gélatineuses, arrondies, d'un rose violacé. Sous le microscope, ces globules sont composés d'une quantité innombrable de cellules de couleur rose, dont le diamètre varie de  $\frac{1}{500}$  jusqu'à  $\frac{1}{160}$  de millimètre.

Ces cellules, de forme sphérique, ont une mince enveloppe membraneuse; en se gélatinisant, celle-ci forme un

substratum amorphe, dans lequel se trouvent empâtées des colonies de cellules. Ce végétal microscopique est une algue de l'ordre des *Palmellaceæ*, de la famille des *Protococceæ*, le *Protococcus roseo-persicinus* Ktz., qui, d'après Rabenhorst, se montre périodiquement en grande quantité.

D'après les recherches de J. Schroeter, dont les détails ont été publiés par Ferd. Cohn (Beiträge zur Biologie der Pflanzen II Helf) des Palmellacées (*Palmella prodigiosa* Bréb., *Monas prodigiosa* Ehrb., *Bacteridium prodigiosum* Cohn), ont la propriété de former des pigments rouges, etc., à l'aide de matières organiques albumineuses. La matière colorante rouge ainsi formée est soluble dans l'alcool et présente dans ses réactions une grande analogie avec les couleurs d'aniline. L'action de la lumière n'est pas nécessaire à la formation de ces pigments, tandis que l'accès de l'air y semble jouer un rôle important. La matière colorante rose de notre Palmellacée du fond du lac s'est-elle formée de la même manière ? Elle se serait produite, dans ce cas, sans le libre accès de l'air. Il serait, en tout cas, intéressant de l'examiner au point de vue chimique.

---

Parmi les Diatomées qui se trouvaient en quantité énorme dans la matière brune de la surface du limon, que M. Forel appellé couche de feutre organique (V. § XIX), j'ai rencontré plusieurs exemplaires d'une jolie *Oscillaria* d'un rouge violacé, l'*Oscillatoria subfusca* Vauch. de 1/120 millimètre de diamètre. D'après Vaucher, cette algue se rencontre sur les pierres du lit du Rhône ; il ne l'a jamais vue flottante, mais constamment adhérente au

fond de l'eau, accompagnée de son feutre, qui est formé d'une lame plus mince que les autres.

J.-B. S.

---

### § XVIII. Diatomées

par le Dr J. Kübler, pasteur à Neftenbach (Zurich).

#### A. Diatomées du lac Léman.

Un échantillon de limon recueilli par M. Forel, le 8 septembre 1873, à 50 mètres de fond devant Morges <sup>(1)</sup>, a été soumis par nous à un examen attentif à l'aide de grossissements de 300 diamètres, et nous y avons reconnu les espèces suivantes que nous avons déterminées d'après Kützing.

1. *Cyclotella operculata*, fréquente.

2. *Cyclotella helvetica* (nob.). Fréquente dans le limon du lac Léman et du lac de Constance inférieur. Nous n'a-

(1) Le matériel soumis à l'examen de M. le Dr Kübler a été recueilli de la manière suivante : Si je laisse reposer pendant quelques jours le limon du fond du lac dans un vase plein d'eau, je vois ce limon se recouvrir à sa surface d'une couche brun-jaunâtre, que je décris au § XIX sous le nom de feutre organique et qui renferme un nombre considérable de diatomées. C'est de cette couche que j'ai tiré les échantillons, d'un centimètre cube environ chacune, que j'ai envoyés à Neftenbach. Les listes d'espèces obtenues sur des échantillons aussi faibles, ne peuvent être complètes, soumises qu'elles sont aux chances et hasards d'un dragage plus ou moins heureux. Ceci soit dit pour expliquer les différences de richesse des limons du Léman et du lac de Constance d'une part, des lacs de Neuchâtel et de Zurich d'une autre part. Il est probable que des échantillons plus nombreux et plus heureusement choisis, démontreraient dans ces deux derniers lacs la même richesse en diatomées que dans les premiers.

F.-A. F.

vous pas trouvé cette espèce décrite ni dans Kützing ni dans les autres auteurs que nous avons sous la main. Elle atteint un diamètre de  $\frac{3}{50}$  de centimètre, soit 0,6 millimètre; elle présente des rayons serrés les uns contre les autres qui atteignent presque le centre; sa forme est d'abord plutôt triangulaire, et finit par devenir presque circulaire. En réservant tous les droits des auteurs qui pourraient avoir décrit et nommé cette espèce avant nous, nous la désignons sous le nom de *Cyclotella helvetica*.

3. *Surirella solea*.

4. *Surirella bifrons*, rare.

5. *Odontidium hiemale*.

6. *Denticula undulata*.

7. *Navicula attenuata*. Les deux dernières espèces ne sont pas rares; elles sont plus fréquentes que dans les eaux courantes.

8. *Navicula major*, rare, connue dans les ruisseaux et les rivières.

9. *Navicula vividis*, très répandue partout.

10. *Navicula viridula*, moins fréquente, se retrouve cependant aussi dans les ruisseaux.

11. *Navicula amphirhynchus*, fréquente dans les lacs et les rivières.

12. *Navicula gracilis*, commune, se rencontre aussi dans les ruisseaux.

13. *Achnantidium microcephalum*, existe presque dans toutes les eaux.

14. *Cymbella helvetica*.

15. *Cymbella obtusiuscula*.

16. *Amphora ovalis*. Partout très répandue.

17. *Diatoma vulgare*. Cette espèce est très fréquente dans les ruisseaux et s'y rencontre sous la forme de

chaîne; nous ne l'avons trouvée que rarement et en cellules isolées dans le limon du Léman.

18. *Epithemia saxonica*, isolée.

19. *Fragilaria virescens*, à l'état seulement de cellules isolées.

20. *Synedra sigmoïdea*, fréquente, plus abondante que dans les eaux courantes.

21. *Synedra tenuis*, espèce commune partout.

#### B. Diatomées du lac de Constance inférieur.

Echantillon recueilli par M. Forel, le 21 août 1873, à 20 mètres de profondeur devant Ermatingen.

Les petites diatomées y sont relativement moins abondantes que les grosses espèces. Nous y avons constaté les formes suivantes qui montrent une concordance remarquable avec celles du lac Léman :

1. *Surirella solea*.
2. *Cyclotella operculata*.
3. *C. helvetica*, fréquente.
4. *Amphora ovalis*.
5. *Cymbella obtusiuscula*.
6. *C. helvetica*.
7. *Denticula undulata*.
8. *Navicula major*.
9. *Synedra sigmoïdea*.
10. *Fragilaria virescens*, en cellules isolées.

#### C. Diatomées du lac de Neuchâtel.

Echantillon recueilli par M. Forel, le 12 août 1873, à 65 mètres de profondeur devant la ville de Neuchâtel.

Peu riche en Diatomées.

1. *Cyclotella operculata*.
2. *Cymbella helvetica*.
3. *Denticula undulata*.
4. *Amphora ovalis*.
5. *Himantidium arcus*.

D. *Diatomées du lac du Zurich.*

Echantillon recueilli, le 17 août 1873, par M. Forel, à 50 mètres de fond, près de Zurich.

Peu de Diatomées. Quelques-unes des plus petites *Naviculées*.

1. *Cyclotella operculata*.
2. *Amphora ovalis*.

E. *Diatomées du Rhin.*

Echantillon de limon recueilli par M. F. v. Mandach, à Stein, à l'endroit où le Rhin sort du lac de Constance inférieur.

Ce limon consiste en très grand partie en organismes vivants: des Algues, entr'autres *Ulotrix mucosa*, des Oscillariées, des Desmidiacées, entr'autres *Cosmarium Botrytis*, et enfin et surtout, en nombre immense, des Diatomées, et particulièrement des Diatomées des petites espèces.

Cette flore de Diatomées porte le caractère de son habitat dans les eaux courantes, en ce sens que les petites formes diminuent d'une manière évidente, les *Cyclotellae* manquent totalement, et les espèces en forme de chaîne y prennent un développement plus considérable (chaînes de *Fragilaria capucina*). Nous avons constaté les espèces suivantes:



1. *Cymbella helvetica*.
2. *C. leptoceras*.
3. *Amphora ovalis*.
4. *Navicula acuminata*.
5. *N. viridula*.
6. *N. amphirhynchus*.
7. *N. gracilis*.
8. *N. viridis*.
9. *Synedra sigmoïdea*.
10. *Synedra tenuis*.
11. *S. gracilis*.
12. *Surirella solea*.
13. *Himantidium arcus*.
14. *Odontidium hiemale*.
15. *Achnantidium microcephalum*.
16. *Diatoma vulgare*.
17. *Fragilaria virescens*.
18. *Fr. capucina*.

*F. Diatomées des eaux courantes.*

Dans les eaux courantes de Suisse nous avons reconnu toutes les espèces indiquées ci-dessus à l'exception des Cyclotellées.

---

En résumé nous pouvons faire remarquer que le limon du lac Léman que nous avons étudié est extrêmement riche en Diatomées. Pour ce qui regarde le nombre des individus, l'échantillon que nous avons eu entre les mains n'est surpassé que par le limon du Rhin, à Stein.

Quant aux espèces on trouve dans le Léman en nombre

relativement considérable les grandes formes, en particulier *Cyclotella helvetica*, *Synedra sigmoidea*, *Navicula major* et *N. attenuata*, *Denticula undulata* et *Surirella bifrons*. Tandis que dans le lac de Constance ces grandes espèces sont moins nombreuses en individus, les petites espèces au contraire y sont très développées; dans le lac de Neuchâtel les Diatomées sont relativement rares.

Le fait que nous ne trouvons dans le limon du Léman que des cellules isolées de *Diatoma* et de *Fragilaria* et non pas des chaînes réunies en séries, le fait que nous ne trouvons pas traces du *Méridion* disposé en cercle, ces faits semblent nous montrer que ces formes sont plutôt organisées pour vivre à la surface plutôt que dans le fond, et que le développement des espèces en chaînes demande plus de soleil qu'il n'en peut pénétrer dans le lac. La justesse de cette opinion semble démontrée par l'absence de ces formes dans le limon des lacs de Neuchâtel de Zurich et de Constance et par la présence d'une petite chaîne de *Fragilaria capucina* dans le limon relativement superficiel du Rhin à la sortie du lac de Constance; enfin par la fréquence et l'abondance des chaînes de Diatomées et de *Meridion* dans les eaux de tous nos ruisseaux.

---

Nous résumons dans le tableau suivant les Diatomées que nous avons constatées dans les diverses échantillons de limon des lacs suisses que nous a remis M. Forel.

---

| ESPÈCES                                | Lac<br>Léman | Lac<br>de Neuchâtel | Lac<br>de Zurich | Lac de Constance<br>intérieur | Rhin<br>à Stein | Baieaux<br>eaux courantes |
|----------------------------------------|--------------|---------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------|
| <i>Cyclotella operculata</i> . . . . . | +            | +                   | +                | +                             |                 |                           |
| <i>C. helvetica</i> . . . . .          | +            |                     |                  | +                             |                 |                           |
| <i>Surirella solea</i> . . . . .       | +            |                     |                  |                               | +               | +                         |
| <i>S. bifrons</i> . . . . .            | +            |                     |                  |                               |                 | +                         |
| <i>Ondontidium hiemale</i> . . . . .   | +            |                     |                  |                               | +               | +                         |
| <i>Denticula undulata</i> . . . . .    | +            | +                   |                  | +                             |                 | +                         |
| <i>Navicula attenuata</i> . . . . .    | +            |                     |                  |                               |                 | +                         |
| <i>N. major</i> . . . . .              | +            |                     |                  | +                             |                 | +                         |
| <i>N. viridis</i> . . . . .            | +            |                     |                  |                               | +               | +                         |
| <i>N. viridula</i> . . . . .           | +            |                     |                  |                               | +               | +                         |
| <i>N. amphirhynchus</i> . . . . .      | +            |                     |                  |                               | +               | +                         |
| <i>N. acuminata</i> . . . . .          |              |                     |                  |                               | +               | +                         |
| <i>N. gracilis</i> . . . . .           | +            |                     |                  |                               | +               | +                         |
| <i>Achnantidium microcephalum</i>      | +            |                     |                  |                               | +               | +                         |
| <i>Cymbella helvetica</i> . . . . .    | +            | +                   |                  | +                             | +               | +                         |
| <i>C. obtusiuscula</i> . . . . .       | +            |                     |                  | +                             |                 | +                         |
| <i>C. leptoceras</i> . . . . .         |              |                     |                  |                               | +               | +                         |
| <i>Amphora ovalis</i> . . . . .        | +            | +                   | +                | +                             | +               | +                         |
| <i>Diatoma vulgare</i> . . . . .       | +            |                     |                  |                               | +               | +                         |
| <i>Epithemia saxonica</i> . . . . .    | +            |                     |                  |                               |                 | +                         |
| <i>Frigilaria virescens</i> . . . . .  | +            |                     |                  | +                             | +               | +                         |
| <i>F. capucina</i> . . . . .           |              |                     |                  |                               | +               | +                         |
| <i>Synedra sigmoïdea</i> . . . . .     | +            |                     |                  | +                             | +               | +                         |
| <i>S. tenuis</i> . . . . .             | +            |                     |                  |                               | +               | +                         |
| <i>S. gracilis</i> . . . . .           |              |                     |                  |                               | +               | +                         |
| <i>Himantidium arcus</i> . . . . .     |              |                     |                  |                               | +               | +                         |

J. K., traduit par F.-A. F.

§ XIX. **Feutre organique.**

Dès l'origine de ces recherches, j'avais été frappé du fait suivant : Si je laisse reposer dans une terrine pendant huit ou quinze jours du limon du lac sous une couche suffisante d'eau, je vois la surface de ce limon, dont la couleur primitive était plus ou moins jaunâtre ou bleuâtre, prendre une teinte brunâtre ; certains points, spécialement les creux et les dépressions, présentent d'abord cette coloration d'une manière plus accusée ; bientôt cette teinte brunâtre devient générale. Alors toute la surface de la terrine est recouverte d'une couche d'un aspect tout particulier, d'apparence veloutée, aux contours superficiels mous et arrondis, parfois soulevée et détachée du limon par une bulle de gaz, parfois percée d'un trou circulaire là où une bulle de gaz s'est dégagée ; cette couche s'enlève en écailles d'un demi-millimètre environ d'épaisseur, qui se séparent aisément du limon sous-jacent ; elle se laisse facilement déchirer. Elle est plus lourde que l'eau, et après avoir été soulevées par une bulle de gaz ou par la pincette de l'observateur, ces écailles retombent au fond du bassin. Pour faciliter la description, je désignerai cette couche sous le nom de *feutre organique*.

Étudié au microscope, ce feutre organique montre sa structure, composée d'une masse fondamentale, floconneuse, jaunâtre à la lumière transmise, grisâtre à la lumière réfléchie ; dans cette masse fondamentale sont un nombre considérable de Diatomées, Oscillariées, etc.

La masse floconneuse est formée de très fines granulations, dont la grosseur est assez variable, mais oscille

autour d'un millième de millimètre environ ; elles sont d'un jaune plus ou moins brunâtre ou verdâtre, suivant les échantillons ; elles ne sont point libres, isolées, indépendantes, comme le sont les grains du limon ou de l'argile, mais elles sont agglutinées ensemble et maintenues en contact par une matière mucilagineuse ou visqueuse qui les entoure. Cette masse mucilagineuse donne au feutre organique la consistance toute particulière qui le caractérise ; c'est elle qui le fait se séparer en écailles distinctes du limon sous-jacent ; c'est elle qui résiste à la pointe des pincettes, alors qu'elles labourent la surface du limon ; c'est elle qui donne une certaine stabilité à la surface du limon de mes bassins et l'empêche de se soulever en nuages de poussière à la moindre agitation de l'eau. Cette consistance favorise d'une manière évidente les allures des animaux marchants et rampants à la surface du limon (hydrachnelles, crustacés, gastéropodes) ; ils ont, grâce à elle, un plancher relativement résistant, au lieu de la poussière vaseuse que formerait le limon s'il n'était pas recouvert par ce feutre organique. Si cette couche existe au fond du lac, elle doit avoir une certaine importance pour les animaux dont elle favorise la progression.

Cette couche est encore remarquable par le nombre énorme de Diatomées d'espèces fort diverses qui l'habitent (V. § XVIII) ; je crois pouvoir attribuer la couleur brune du feutre organique en grande partie à ces petites algues siliceuses. Elle renferme encore des Oscillariées (V. § XVII) et quelques autres algues inférieures.

Je suis enfin arrivé dernièrement, en janvier 1874, à surprendre dans la nature, au fond du lac, cette couche de feutre organique qui se forme si facilement dans mes

bocaux. En faisant passer rapidement sur un tamis grossier l'eau dans laquelle je venais de déposer le contenu de ma drague, en ayant bien soin de ne pas mélanger ni trop agiter le limon, en agissant ainsi sur le bateau même, au moment du dragage, j'ai recueilli sur le crible de larges écailles d'une substance identique à celle que j'ai décrite plus haut. Ces écailles, qui ont parfois jusqu'à un ou deux centimètres carrés de surface, d'une substance brunâtre, légère, se déchirant facilement, analysées au microscope montrent la même composition en une masse floconneuse de granulations organiques noyées dans une matière gélatineuse, laquelle masse fondamentale renferme un grand nombre de Diatomées. J'ai refait, d'après cette méthode, des recherches dans le produit d'un nombre suffisant de dragages, entre 30 et 60 mètres de fond, et partout j'ai rencontré ces écailles. Je suis donc fondé à prétendre que ce feutre organique forme, dans ces profondeurs, une couche continue recouvrant la surface du limon.

Quant aux très grands fonds, je dois laisser la question comme étant encore douteuse. J'ai fait un certain nombre de dragages entre 100 et 150 mètres de fond, et je n'ai pas su retrouver, en tamisant le limon, ces écailles de feutre organique que j'avais découvertes dans des profondeurs moins grandes. D'un autre côté, en laissant reposer ce limon dans des bassins, j'ai vu se former à sa surface une couche organique, moins dense, il est vrai, moins compacte que celle des moindres profondeurs, mais composée des mêmes éléments fondamentaux. D'une autre part, si mes souvenirs ne me trompent pas, j'ai vu dans d'autres dragages la couche brunâtre se former à la surface du limon provenant de profondeurs plus grandes

encore, 200 à 300 mètres. Enfin, j'ai reçu communication par M. Ph. Gosset, ingénieur, d'un échantillon de limon de couleur verdâtre qu'il avait obtenu en enduisant de suif le plomb de sa sonde. Cet échantillon desséché, qui provenait d'une profondeur de 311 mètres, ne m'a rien montré au microscope de déterminable; mais je suis disposé à en attribuer l'apparence singulière au feutre organique altéré par le suif.

Par ces diverses raisons, je me crois autorisé à considérer comme probable l'existence à la surface du limon de tout le lac, même à ses plus grandes profondeurs, de cette couche continue de feutre organique; mais, je le reconnais et j'insiste sur cela, ce point exigera de nouvelles confirmations expérimentales.

Cette couche de feutre organique existe-t-elle toute l'année au fond du lac? C'est ce qu'il m'est, pour le moment, impossible d'affirmer. Je le suppose, d'après mes souvenirs de la formation de cette même couche brunâtre sur mes bassins, après des dragages faits en été; mais, comme je ne l'ai observée directement que dans les mois de janvier, février et mars 1874, je ne puis être affirmatif et précis que pour la saison d'hiver.

Enfin, cette même couche, je la retrouve encore dans les eaux superficielles. Je l'ai reconnue dans le port de Morges par 20 ou 30 centimètres de fond, dans la rivière la Morges par 5 centimètres d'eau, enfin dans des mares d'eau stagnante. (Pour ce dernier cas, je n'ai pas pu vérifier au microscope la nature de la couche brune que j'avais sous les yeux.)

---

Qu'est cette couche brunâtre de la surface du limon? Est-ce de la substance organique? Est-ce de la substance

organisée ? Est-ce de la substance vivante ? Est-ce quelque chose d'analogue et de comparable à ce que Huxley a reconnu dans le limon des grandes profondeurs de l'Océan et qu'il a décrit sous le nom de *Bathybius Hæckelii* ?

Les réponses définitives à ces questions ne pourront être données qu'après une étude attentive et prolongée. Pour le moment, voici ce que je puis en dire :

a) La couche brune est formée de substance organique. Étudiée au microscope, elle en a toutes les apparences et les réactions. (V. *infra*.)

Un seul fait me ferait douter de la nature organique de cette couche : c'est la pauvreté en carbone et en azote de l'échantillon étudié par MM. Risler et Walther dans l'analyse n° II du § III.

J'avais recueilli, à l'aide de quelques dragages, entre 30 et 40 mètres, une quantité suffisante d'écailles brunes de la couche superficielle du limon, et je les avais envoyées à M. Risler, qui a bien voulu en faire l'analyse. Mon but était précisément de déterminer la nature organique de cette couche ; j'avais été étonné de la rareté des substances organiques révélées par l'analyse n° I, en présence de la grande abondance des animaux vivants et des débris d'animaux morts que constate un tamisage exact ; je m'étais expliqué cette rareté en l'attribuant à la composition de l'échantillon de limon de l'analyse n° I, lequel comprenait un mélange de toutes les couches du fond du lac, et en particulier, probablement, une couche épaisse d'argile purement inorganique ; j'espérais, en choisissant pour l'analyse n° II un échantillon composé presque uniquement par mon feutre superficiel, constater la richesse de substances carbonées et azotées, et démontrer par suite sa nature organique. J'ai été trompé dans mon attente.



La quantité de substances organiques démontrée par l'analyse est excessivement faible. Je ne peux expliquer ce fait que par l'adhérence aux écailles de la croûte brune d'une grande masse de sable argileux, lequel, beaucoup plus dense que la substance organique, prend dans l'analyse quantitative une proportion énorme.

Quoi qu'il en soit, l'action des réactifs et l'analyse microscopique sont cependant assez précises pour que je puisse admettre la nature organique de la substance mucilagineuse transparente qui forme le fond de la masse et des granulations qui la remplissent.

b) Cette substance est-elle organisée ? Nous ne répondons pas à cette question. Nous attendrons qu'une étude complète ait permis aux spécialistes la détermination définitive des granulations. Sont-ce des Palmellacées ? sont-ce des Champignons schizomycètes ? ou bien n'est-ce que de la substance organique non encore différenciée en individus, non encore organisée ?

c) Cette substance est-elle vivante ? Cette question se lie à la précédente, et les deux réponses seront données ensemble.

Je n'ai pas, jusqu'à présent, pu constater dans la substance mucilagineuse de mouvements amœboïdes ; je n'y ai pas reconnu de courants de circulation moléculaire. Malgré l'attention que j'ai vouée à cette recherche, compliquée, du reste, par les mouvements violents et presque continus des Diatomées qui remplissent les préparations, je ne suis pas encore arrivé à un résultat affirmatif à l'aide de l'observation microscopique.

Par contre, les expériences suivantes tendent à me prouver un mouvement, un déplacement et la vie :

*Expérience C— I. Janvier 1874.*

Si je prends quelque peu de limon de la couche superficielle, contenant entre autres des écailles de notre feutre organique, si je l'agite dans une bouteille, puis le laisse reposer dans une capsule, la couche brune se reforme et redevient continue à la surface dès le second ou le troisième jour.

Les matériaux qui forment ce feutre sont donc sortis des couches profondes du limon pour remonter à la surface.

*Expérience C— II. 21 février 1874.*

Si dans un bassin de limon dont la surface est recouvert par un feutre organique j'enlève comme à l'emporte-pièce une ou deux écailles de cette surface sur une étendue de un ou deux centimètres, je vois la couche brune envahir la solution de continuité de la périphérie du centre, tendre à la combler et en quelques jours la faire disparaître.

Au bout de huit jours, il ne reste plus traces des creux formés par l'enlèvement de l'écaille et la couche brune est continue.

Il y a là transport évident.

*Expérience C— III. 12 février 1874.*

Un bassin de limon dragué à quarante mètres le 8 février, étant recouvert d'une belle couche de feutre organique, le thermomètre descendit à  $-11^{\circ}$  pendant la nuit du 10 au 11 février; le limon gela absolument. J'en ai pris quelques fragments que je mis fondre et dissoudre dans une capsule. J'ai attendu jusqu'au 16 mars sans voir se reformer la couche brune qui apparaît si facilement au bout de quelques jours sur le limon n'ayant pas subi l'action de la gelée.

Je retrouve cependant à la surface du limon quelques flocons blanchâtres isolés, ne formant pas une couche continue. Examinés au micro cope, je reconnais la masse fondamentale mucilagineuse, les granulations caractéristiques; la teinture d'iode les colore en un jaune évident. J'y constate en outre les carapaces siliceuses des diatomées. C'est la même couche, mais morte. La substance organique a subi l'action du froid, elle a gelé, elle est morte.

Je dois encore signaler ici l'action de la lumière sur le feutre organique; la lumière du soleil fait disparaître la couleur brune.

*Expérience C—IV. Mars 1874.*

Si je place en plein soleil un bassin de limon, je vois au bout de quelques moments la couleur brune du feutre organique remplacée par la teinte grisâtre du limon.

*Expérience C—V. Mars 1874.*

Je laisse se développer dans un bocal de verre blanc une belle couche de feutre organique: elle recouvre plus ou moins également tout le fond du verre. Je vernis alors avec de la couleur opaque une des moitiés du bocal et je la dispose contre la lumière du soleil, de telle sorte que la moitié vernie fasse écran contre le jour. Je vois alors la couleur brune augmenter d'intensité à l'ombre, et diminuer et pâlir dans la partie exposée à la lumière.

De ces diverses expériences et observations, je conclus que le feutre organique est doué, probablement dans ses éléments isolés, d'un mouvement général et actif de transport (ou de prolifération); qu'il est bien vivant.

d) Cette substance a-t-elle quelque analogie avec le *Bathybius Hæckelii* de Huxley?

La description que nous en avons donnée montre bien que le feutre du limon du Léman n'est point un *Bathybius*; que la curieuse monère, formée de protoplasma aux mouvements amœboïdes, tantôt agglomérée en individus isolés, tantôt formant un vaste réseau ou vernis qui recouvre le fond de l'Océan, que le *Bathybius* de Hæckel est fort différent de notre feutre organisé. Notre feutre ressemblerait plutôt à cette couche de Palmellacées qui recouvrent le fond des mares et des ruisseaux; sa substance fondamentale se rapprocherait plutôt du groupe des Algues.

Mais si, au point de vue morphologique et systématique, notre feutre organique diffère absolument du *Bathybius*, au point de vue de sa place dans la nature, de ses

fonctions, de sa physiologie, je ne puis les séparer complètement. Je dois leur reconnaître la même action, pour une partie du moins de leur rôle dans le monde organisé.

Les organismes qui composent notre feutre du Léman sont en effet les formes les plus élémentaires des êtres vivant dans les fonds du lac, comme le Bathybius l'est au fond de l'Océan; et sans nous occuper ici des relations généalogiques de ces êtres inférieurs avec les formes supérieures, au point de vue physiologique, nous devons leur reconnaître une grande importance. C'est à eux qu'est probablement dévolue dans notre lac la fonction d'assimiler directement la matière organique en solution dans l'eau, de séparer de l'eau pour les organiser les substances azotées et carburées qu'y versent sans cesse les affluents du lac; c'est à eux de purifier les eaux du lac; c'est à eux de préparer la nourriture des êtres supérieurs; ce sont eux qui, dans ces régions profondes, représentent, au point de vue fonctionnel, le règne végétal tout entier des régions aériennes et superficielles de notre planète.

Dans l'atmosphère, à la surface de la terre et dans les eaux superficielles, le règne animal ne subsiste que parce qu'il trouve dans le règne végétal une provision toujours renouvelée de nourriture.

Ce sont les plantes qui assimilent les substances azotées et carburées en solution dans l'eau (produits le plus souvent de la décomposition des organismes animaux) pour les transformer en substances ternaires et quaternaires organisées, et, par suite, digestibles dans les sucs gastriques animaux.

Dans les couches profondes du lac, comment peut s'établir le cycle de ces transformations?

D'une part, les rivières, les torrents, et aussi les égouts de nos villes, apportent sans cesse au lac leurs eaux plus ou moins chargées de matières organiques, les unes en suspension, les autres en solution ; les animaux qui se putréfient dans le lac augmentent encore ce contingent. En somme, l'apport des matières organiques doit être assez considérable.

D'une autre part, l'eau du lac est remarquablement pure. Dans l'analyse qu'ont publiée, il y a deux ans, MM. Risler et Walther <sup>(1)</sup> sur les 0,1700 gramme de résidu que l'évaporation a laissés sur un litre d'eau de la surface, il n'y a que 0,0008 intitulé traces de matières organiques et pertes. Que sont devenues, dans une eau aussi pure, ces matières organiques apportées par les eaux courantes ? Comment ont-elles été absorbées ?

D'une autre part encore, nous trouvons dans la faune profonde un nombre énorme d'animaux qui s'entre-dévoient les uns les autres, mais qui, en dernière analyse, doivent cependant tirer leur nourriture de ces substances organiques apportées dans les eaux. Ces animaux ne peuvent pas absorber directement ces matières organiques ; il faut que cette nourriture soit préparée pour leur régime, transformée, soit déjà organisée.

Or, cette organisation ne peut se faire que par l'entremise des végétaux. Mais le règne végétal est fort annulé dans les fonds du lac ; les quelques exemplaires de *Protococcus roseo-persinicus* que nous y rencontrons sont trop peu nombreux pour fournir à l'équilibre d'une faune

(1) Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. XII, 175.

cent fois moins abondante que celle qui existe en réalité. Il ne nous reste donc, en procédant par voie d'élimination, que notre feutre organique <sup>(1)</sup>, avec les diatomées, oscillariées, etc., qu'il renferme, auquel nous puissions attribuer cette fonction.

Enfin, nous arriverons aussi à attribuer à ce feutre organique une importance considérable, si nous remarquons que lui seul, parmi les êtres jusqu'à présent connus au fond du lac, peut représenter l'antagoniste du règne animal au point de vue de la respiration. Les animaux absorbent sans cesse de l'oxygène et excrètent sans cesse de l'acide carbonique; le milieu dans lequel ils végètent, que ce soit de l'air, que ce soit de l'eau, ne peut rester propre à la vie que s'il est purifié par l'action réductrice des végétaux. Dans un aquarium où l'on néglige d'entretenir une provision suffisante de plantes vertes, l'eau ne tarde pas à devenir corrompue et infecte. Or, en fait d'agents réducteurs, d'agents qui fixent le carbone de l'acide carbonique et qui dégagent son oxygène, nous ne connaissons jusqu'à présent, au fond du lac, que notre feutre organique avec les algues qu'il renferme. C'est donc à lui que nous devons attribuer la fonction respiratoire antagoniste à celle du règne animal.

A ces deux points de vue, pour ce qui concerne l'assimilation des substances organiques, base de la nutrition du règne animal, et pour ce qui regarde l'équilibre gazeux et les fonctions respiratoires, l'importance de cette couche organique nous semble grande.

(<sup>2</sup>) Toutes réserves étant encore faites sur son développement plus ou moins général aux diverses profondeurs et aux diverses saisons de l'année.

J'espère plus tard pouvoir justifier expérimentalement ces déductions théoriques, démontrer en particulier, par une série d'expériences qui sont trop peu avancées pour pouvoir paraître dans cette série de Matériaux, le rôle respiratoire et l'action réductrice du feutre organique, étudier enfin les rapports de cette action réductrice avec la distribution et la pénétration de la lumière dans les couches profondes du lac. Pour le moment, je dois me baser dans ces suppositions presque uniquement sur le raisonnement.

F.-A. F.

---

Voici ce que m'écrit à ce sujet M. le professeur C. Vogt, de Genève :

« L'échantillon de vase sous-lacustre que vous m'avez transmis ne m'a montré aucun phénomène qui puisse le faire distinguer d'un fond de mare riche en Diatomées ; il y a une énorme quantité de Bacillaires, Navicelles, Campylodiscus, etc. Aucune trace de Monères, de Rhizopodes ou autres organismes plus ou moins Bathyboïdes, Pelymyxa ou autres. Après quelques jours de repos sous une cloche mal fermée apparaissaient les Infusoires et les Rotifères que l'on rencontre partout ; je n'ai vu aucune forme qui me fût commune.

» Tous les autres phénomènes se montrent, comme je l'ai dit, sur toute vase riche en Diatomée. Lorsqu'on la laisse en repos, ces êtres montent petit à petit à la surface, y forment une couche brune plus ou moins épaisse ; ils s'accumulent en plus grande abondance du côté de l'ombre, et lorsqu'ils sont très nombreux, comme ici, ils forment une espèce de feutrage qu'on peut enlever par

morceaux de la vase sous-jacente. Cette couche brune se gerce à la longue comme une terre forte mouillée, puis exposée au soleil. Les Diatomées s'accumulent toujours par places ; on profite de cette montée pour les recueillir aussi proprement que possible. On laisse reposer le limon, et sur la surface on pose un morceau de tulle fin ; les Diatomées montent à travers les mailles sur le morceau d'étoffe, s'accumulent, forment leur feutre sur la partie supérieure, et on peut les enlever ainsi avec le morceau d'étoffe et les séparer de la vase.

» La formation de cette couche brune vivante est donc un fait général des vases riches en Diatomées et non un fait particulier à la vase sous-lacustre.

» Quant à cette dernière, si une chose m'étonne, c'est plutôt l'absence complète des Amibes, Gromies, des Monères et Rhizopodes qui se rencontrent si souvent dans nos mares et carpières. Je ne puis pas examiner le fond de certaines carpières sans y trouver des Arcelles, des Amibes souvent colossales, des Actinophrys. Ici, pas trace d'êtres semblables, sauf un Amibe douteux vu par M. Monnier.

» Les Infusoires, les Rotifères que j'ai vus (*Paramecium Stylonychia*, *Coleps*, etc.) avaient tous mangé des Diatomées ; les Vorticelles même en étaient gorgées.

» Je ne crois donc pas qu'on puisse rapprocher cette vase sous-lacustre des vases sous-marines. Il est probable que les Diatomées forment au fond du lac la même couche brune à la surface de la vase, couche qui est dérangée par le dragage et qu'elles rétablissent sitôt que l'on laisse la masse en repos. Il est incontestable que ces Diatomées s'y trouvent très bien, car leurs glissades y étaient extrêmement rapides, et qu'elles fournissent aux Naïdes,



Anguillules, Infusoires et aux larves de Chironomes du limon, leur principale nourriture.

« C. VOGT. »

---

M. le professeur Schnetzler, de Lausanne, me communique l'étude suivante qu'il a faite de ce feutre organique :

« Un échantillon de limon, pris à 40 mètres de profondeur, placé avec un peu d'eau dans une capsule plate, se recouvre peu à peu d'une mince couche d'un jaune-brun qui se soulève par places sous forme d'écailles brunes. Cette couche, d'un jaune-brun, se compose d'une matière gélatineuse amorphe, renfermant de fines granulations ; elle est incolore ou colorée en jaune, principalement les granulations <sup>(5)</sup>. Elle renferme souvent une grande quantité de Diatomées jaunes et brunes. La diatomine se trouve quelquefois extravasée dans la matière gélatineuse ambiante ; cependant, la couche jaune ou brune qui recouvre le limon présente cette coloration quand même elle ne renferme pas trace de Diatomées. Ces dernières, tuées par la teinture d'iode, prennent une coloration verte, tandis que la matière gélatineuse se colore en jaune, la partie auparavant incolore devient jaune pâle ; la partie granuleuse d'un jaune-brun souvent très foncé. A l'aide de la teinture d'iode, on distingue des masses gélatineuses aux contours arrondis, irréguliers, bosselés, d'un beau jaune vitellin. Sous l'influence du même réactif, on aperçoit de petites cellules de Palmellacées qui se

(1) Cette matière renferme naturellement toujours une certaine quantité d'argile finement divisée.

colorent en bleu à cause de l'amidon qu'elles renferment. Lorsqu'on examine la couche d'un jaune-brun qui recouvre le limon depuis un temps assez long, la matière gélatineuse s'est durcie et se brise en minces fragments membraneux, aux contours droits, anguleux et renfermant toujours ses granulations brunes. En secouant le limon recouvert d'une mince couche de matière brune avec de l'eau, la matière brune disparaît au milieu des particules du limon qui s'est déposé au fond du vase ; mais, peu de temps après, elle apparaît de nouveau à la surface. On n'aperçoit cependant sous le microscope ni changement de forme, ni courant granulaire dans la matière gélatineuse.

» N'avons-nous pas ici affaire à une petite algue, une Palmellacée qui habite le fond du lac ? Lorsqu'on emploie un fort grossissement, on trouve dans la matière gélatineuse des cellules remplies d'une matière jaune ou brune, quelquefois de grains d'amidon ; la paroi de ces cellules se fond en une masse gélatineuse, amorphe, qui recouvre le limon argileux.

» J.-B. SCHNETZLER. »

---

## § XX. *Pisidium* des lacs suisses.

(Extrait d'une lettre adressée à M. le Dr A. Brot, par M. S. Clessin, de Dinkelscherben, Bavière).

« J'ai étudié avec beaucoup d'intérêt les *Pisidiums*, collectés par M. Forel dans les lacs suisses, et j'ai constaté que ces mollusques paraissent constituer des formes particulières à la faune profonde ; pour ce qui regarde le lac de Constance j'en suis certain ; quant aux autres lacs, je

ne peux pas l'affirmer d'une manière aussi positive, ne connaissant pas les formes littorales de ces lacs. Cependant je ne mets pas en doute qu'elles ne correspondent à celles que nous trouvons dans nos lacs de Bavière. Je présume qu'il doit exister des courants dans la profondeur des lacs et j'en trouve la preuve dans les paquets de limon agglomérés et adhérents à la partie postérieure des coquilles de *Pisidiums* <sup>(1)</sup> de Villeneuve (lac Léman) et du lac de Zurich. J'ai pu constater dans la charnière de quelques-uns de ces *Pisidiums* des caractères très particuliers, qui me permettent d'être très affirmatif au sujet de la nouveauté de ces formes. Ainsi le *Pisidium* que je désigne sous le nom de *urinator* possède à sa valve droite des dents latérales simples et non doubles, comme c'est le cas dans toutes les autres formes de *Pisidium* que j'ai eu l'occasion d'étudier.

» Tous ces *Pisidiums* des eaux profondes sont, comme l'on pouvait s'y attendre, caractérisés par de très petites dimensions, mais en outre, ils se font remarquer par le fort développement en largeur de leur partie umbonale.

» En résumé, je suis conduit à admettre que les différents *Pisidiums* qui m'ont été communiqués, constituent bien un ensemble de formes que l'on peut considérer comme spéciales à la faune profonde. S. C. »

---

(1) Il existe certainement des courants dans nos lacs d'eau douce, je l'ai dit dans mon *Introduction* (Bull. X. p. 219); ces courants, les *Lardières* du Léman, sont plus forts du côté de Villeneuve que dans le reste du lac, en suite des courants du Rhône, c'est ce que le raisonnement et l'expérience constatent. Mais ces courants très irréguliers dans leur intensité et dans leur direction peuvent-ils avoir l'effet que leur attribue M. Clessin? Je n'ose pas encore me déclarer convaincu.

F.-A. F.

Voici l'énumération des formes que M. Clessin a reconnues :

### LAC LÉMAN

|                                |           |                |               |
|--------------------------------|-----------|----------------|---------------|
| <i>Pisidium Henslowianum</i> . | Jen., par | 4 <sup>m</sup> | de fond.      |
| <i>P. Foreli</i> , sp. nov.    | »         | 60 à 300       | »             |
| <i>P. profundum</i> , sp. nov. | »         | 60 à 80        | »             |
|                                |           |                | à Villeneuve. |

### LAC DE CONSTANCE INFÉRIEUR (Untersee).

|                               |     |                 |          |
|-------------------------------|-----|-----------------|----------|
| <i>P. amnicum</i> , jeune.    | par | 20 <sup>m</sup> | de fond. |
| <i>P. Foreli</i> , sp. nov.   | »   | »               | »        |
| <i>P. demissum</i> , sp. nov. | »   | »               | »        |

### LAC DE ZURICH.

|                               |     |                      |          |
|-------------------------------|-----|----------------------|----------|
| <i>P. amnicum</i> .           | par | 28 à 50 <sup>m</sup> | de fond. |
| <i>P. urinator</i> , sp. nov. | »   | »                    | »        |

### LAC DE NEUCHÂTEL

|                                |       |     |                 |          |
|--------------------------------|-------|-----|-----------------|----------|
| <i>P. occupatum</i> , sp. nov, | _____ | par | 65 <sup>m</sup> | de fond. |
|--------------------------------|-------|-----|-----------------|----------|

M. Clessin publiera la description de ces nouvelles espèces dans la prochaine série de ces Matériaux.

## § XXI. Liste provisoire des espèces de la faune et flore profondes du Léman.

### VERTÉBRÉS.

#### Poissons.<sup>(1)</sup>

*Perca fluviatilis* L. *Cottus Gobio* L. *Lota vulgaris* Cav. *Cyprinus carpio* L. *Cyprinopsis auratus* L. *Tinca*

<sup>(1)</sup> *Lunel*. Hist. nat. des poissons du Léman. Genève 1868-1873.

*vulgaris* Cuv. *Gobio fluviatilis* Cuv. *Alburnus lucidus* Heckel. *A. bipunctatus* Bloch. *Scardinius erythrophthalmus* Bonap. *Leuciscus rutilus* L. *Squalius cephalus* L. *Coregonus fera* Jurine. *C. hiemalis* Jur. *Thymallus vulgaris* Nilsson. *Salmo umbla* L. *Trutta variabilis* God. Lunel. *Esox lucius* L. *Anguilla vulgaris* Fleming.

## ARTHROPODES.

### Insectes.

Larves de *Chironomus* et *Tanypus* (Tipulaires culiciformes, Diptères).

### Arachnides.

*Campognatha Foreli* Lebert.

### Crustacés.

#### AMPHIPODES.

*Gammarus cæcus*.

#### ISOPODES.

*Asellus cæcus*.

#### CLADOCÈRES.

*Lynceus lamellatus* O.-F. Müller. *L. macrourus* O.-F. M. *L. striatus* Jurine.

#### OSTRACODES.

*Candona reptans* Baird. *C. Sp. nov. I<sup>a</sup>* H. Vernet. *C. Sp. nov. II<sup>a</sup>* H. V. *Cypris minuta* Baird. *Gen. nov. sp. nov. I<sup>a</sup>* H. V. *G. n. sp. nov. II<sup>a</sup>* H. V.

#### COPÉPODES.

*Canthocamptus staphylinus* Jurine. *Cyclops sp. nov. I<sup>a</sup>* H. V. *C. sp. nov. II<sup>a</sup>* H. V. *C. sp. nov. III<sup>a</sup>* H. V.

**MOLLUSQUES.****GASTÉROPODES.**

*Limnæus stagnalis* Müll. *L. abyssicola* A. Brot. *Valvata obtusa* Drap.

**LAMELLIBRANCHES.**

*Pisidium Foreli* S. Clessin. *P. profundum* S. Clessin.

**MOLLUSCOÏDES.**

*Fredericella sultana* P. Gervais.

---

**VERS.****HIRUDINÉS.**

*Piscicola geometra* L.

**CHÉTOPODES.**

*Lombriculus* sp. *Tubifex* sp. *Clitellio* sp.

**NEMATOÏDES.**

Ascaridien.... Rhabditis....

**CESTOÏDES.**

Ligule....?

**TURBELLARIÉS.**

*Planaria lacustris* G. du Plessis. *Mesostomum auditi-*  
*vum* G. du P. *Vortex Lemani* G. du P.

**ROTATEURS.**

Flosculaire.... Bracchions....

---

**RAYONNÉS.**

*Hydra rubra* Lewes.

---

**PROTOZAIRES.**

Epistylis. Vorticelles. Acinetes.  
Rhizopodes.

---

**ALGUES.**

*Protococcus roseo persinicus* Ktz.  
*Oscillaria subfusca* Vauch.

---

**DIATOMÉES.**

*Cyclotella operculata* Ag. *C. helvetica* Kübler. *Epithemia saxonica* Ktz. *Cymbella helvetica* Ktz. *C. obtusiuscula*. *Achnantidium microcephalum* Ktz. *Surirella solea* Ktz. *S. bifrons*. *Amphora ovalis* Ehb. *Denticula undulata* Ehb. *Fragilaria virescens* Kalts. *Odontidium hiemale* Ktz. *Diatoma vulgare* Bory. *Navicula attenuata*. *N. major* Rabenh. *N. viridis* Rabenh. *N. viridula* Ktz. *N. amphirhyncus* Ehb. *N. gracilis* Ehb. *Synedra sigmoides* Ehb. *S. tenuis* W. Sm.

---

F.-A. F.

**§ XXII. Dragages zoologiques dans les lacs de Neuchâtel, de Zurich et de Constance.**

Un des côtés les plus intéressants de ces études sur la faune profonde des lacs d'eau douce sera la comparaison des espèces d'un bassin à l'autre.

Ce travail, qui exigera beaucoup de peine pour la récolte des échantillons et une minutieuse attention pour la détermination des différences morphologiques, méritera d'attirer et de retenir longtemps l'intérêt et la curiosité des spécialistes.

Il est toutefois un point préliminaire que j'avais à cœur d'éclaircir. Cette faune que je trouve en si grande abondance et en si grande variété dans le lac Léman lui est-elle propre et spéciale, ou bien ne trouverons-nous pas quelque chose d'analogue, de semblable ou d'identique dans les autres lacs suisses?

Cette première recherche a été faite assez facilement. Je savais, en effet, d'une part, que la faune profonde présente tout son développement entre 30 et 60 mètres de fond; que, d'une autre part, un tamisage bien fait (V. § V) me donne rapidement, et en nombre, les principaux habitants du limon. J'ai donc pu sans trop de difficultés, à l'aide de quelques dragages exécutés en 1873 dans quatre lacs différents, obtenir, non pas une étude de la faune profonde de ces bassins, mais un aperçu, un premier coup d'œil sur les animaux qui les habitent. Je vais rapidement décrire ici les opérations principales de ces dragages, afin qu'on ne me demande pas des résultats plus complets que ceux que je puis fournir, et pour engager, d'un autre côté, d'autres naturalistes à répéter les opérations si faciles et qui promettent d'être aussi fécondes. Je donne l'indication générale des formes animales que j'ai constatées dans le produit de ces divers dragages.

## I. LAC DE NEUCHÂTEL.

Le 12 août 1873, je me suis rendu à Neuchâtel, armé d'une ligne de sonde, de plombs et de deux bidons de fer-blanc. En moins d'une heure de temps, j'exécutai dans le lac trois dragages; j'emportai dans mes bidons le limon collecté dans ces pêches, et le soir j'étais de retour



à Morges. Le lendemain matin, je tamisai le produit de ces dragages et j'en obtins les résultats suivants :

*Dragage. I. Lac de Neuchâtel. 30 mètres de fond. Devant la ville de Neuchâtel. 12 août 1873.*

Limon jaunâtre, crayeux, très sale, rempli de débris de bois et de feuilles.

Larves d'insectes. — Hydrachnelle. — Cypris. — Lyncée. — Tubifex. — Clitellio. — Mesostome.

---

*Dragage II. Lac de Neuchâtel. 65 mètres de fond. Devant la ville de Neuchâtel. 12 août 1873.*

Limon jaunâtre, crayeux.

Larves de diptères. — Gammarus aveugle. — Cypris. — Pisidium. — Tubifex, deux formes. — Clitellio. — Ascaride. — Ligule. — Vortex. — Mesostome. — Fredericella.

---

## II. LAC DE ZURICH.

Le 17 août 1873, en passage à Zurich, muni du même attirail que j'ai décrit plus haut, je fis quelques dragages à une demi-lieue environ de la ville. Je transportai le limon que j'avais recueilli au laboratoire de l'Anatomie, et je pus le tamiser immédiatement et recueillir les animaux suivants :

*Dragage III. Lac de Zurich. 50 mètres de fond. Devant Neumünster. 17 août 1873.*

Deux dragages m'ont donné un limon très vaseux, grisâtre.

Larves de diptères. — Cypris. — Lyncée. — Pisidium.  
— Tubifex. — Clitellio. — Ascaridien. — Mésostome.

---

*Dragage IV. Lac de Zurich. 28 mètres de fond. Devant  
Neumünster. 17 août 1873.*

Limon très vaseux, jaunâtre.

Larves de diptères. — Cyclops. — Lyncée. — Cypris.  
— Limnée. — Valvée. — Pisidium. — Tubifex. — Clitel-  
lio. — Ascaridien (deux espèces). — Mésostome. — Fre-  
dericella. — Epistylis.

---

### III. LAC DE CONSTANCE SUPÉRIEUR (Bodensee).

J'ai fait dans le lac supérieur quelques dragages à une  
demi-lieue environ de la ville de Constance, le 21 août  
1873. Des échantillons de ces dragages, placés dans des  
flacons, furent rapportés à Morges et étudiés dans l'après-  
midi du 22, soit trente-six heures après leur sortie du  
lac. La température très élevée de ces journées avait tué  
la plupart des animaux.

---

*Dragage V. Lac de Constance. 25 mètres de fond. Près de  
la ville de Constance. 21 août 1873.*

Limon très argileux. Même couleur, même aspect que  
celui du Léman.

Un morceau de coke que je trouve dans ce limon porte  
une belle Piscicole géomètre adulte; dans une cavité de  
ce coke, je recueille une quinzaine de petites Hydrach-  
nelles rouges. (V. § XIII.)

---

*Dragage VI. Lac de Constance. 48 mètres de fond. Près de la ville de Constance. 21 août 1873.*

Limon très argileux, très pauvre quand je l'étudie à Morges. J'ai probablement négligé la couche superficielle et apporté plutôt la couche profonde.

Pisidium. — Fredericella.

---

#### IV. LAC DE CONSTANCE INFÉRIEUR (Untersee).

Le même jour, je me suis rendu à Ermatingen, et là j'ai fait des dragages au point le plus profond du lac (?), au dire du pêcheur qui m'accompagnait. J'ai étudié à Morges le produit de ce dragage comme ceux des dragages précédents.

---

*Dragage VII. Lac inférieur. 20 mètres de fond. Devant Ermatingen. 21 août 1873.*

Deux dragages. Limon noirâtre, très vaseux, sans odeur putride, très riche en animaux morts et vivants.

Larves d'insectes. — Gammarus ocellé. — Lyncée. — Cyclops. — Lymnée. — Cyclas. — Pisidium. — Clitellio. — Fredericella.

---

Au sujet de ces dragages zoologiques dans divers lacs, j'ai les remarques suivantes à présenter :

1° Dans des opérations aussi rapides, je ne pouvais avoir la prétention, je le répète, d'étudier la faune profonde ; je ne pouvais espérer obtenir que des aperçus, et ce n'est que sous la forme d'aperçus provisoires que je veux présenter les résultats de ces expériences.

2° Alors même que je n'ai pas pu retrouver dans ces divers dragages toute la faune profonde que je connais dans le Léman, j'ai constaté un assez grand nombre de formes identiques ou analogues pour que je puisse dire que la même faune profonde existe avec les mêmes caractères généraux dans les lacs de Neuchâtel, de Zurich et de Constance (lac supérieur) et dans le lac Léman. Comme ces lacs représentent à eux quatre les principaux types des lacs suisses (lacs nourris par les eaux alpines et glaciaires, molassiques et jurassiques), je puis généraliser le fait et attribuer la même faune profonde à tous les lacs de notre plaine suisse.

3° Ces faunes profondes des lacs de Neuchâtel, de Zurich et de Constance sont-elles identiques ou seulement analogues à celle du Léman? Y a-t-il similitude absolue dans les formes animales et végétales ou seulement analogie éloignée? C'est la grosse question dont la réponse résumera nos études sur la faune profonde de nos lacs suisses, si nous arrivons à mener ces travaux à bonne fin. Cette question, nous l'avons formulée dans l'avant-propos de cette série de Matériaux par la phrase suivante: « Cédant à la similitude des milieux, les formes animales ont-elles varié de la même manière dans ces lacs absolument isolés et sans communication entre eux. Ou bien, nonobstant la similitude presque absolue des conditions extérieures, la différenciation a-t-elle modifié ses allures dans les divers centres de variation? » Cette question se jugera d'une manière fort simple. Si nous reconnaissons une identité absolue des espèces des différents lacs, nous devons admettre une action prédominante de la similitude des conditions extérieures; si, au contraire, nous constatons des différences dans les formes animales et végéta-

les, nous en concluons que l'apparente similitude des milieux a été dominée, dans la différenciation des espèces, par d'autres circonstances agissant d'une manière particulière et distincte dans les divers lacs isolés, et, chacun pour ce qui le concerne, centre de différenciation.

Les formes animales des différents lacs sont-elles identiques ? Nous ne voulons pas essayer de répondre à cette question pour le moment ; nous nous bornons à signaler les observations et remarques formulées à ce sujet dans les notices de MM. Lebert, § XIII ; H. Vernet, § XIV ; Brot, § XV, Kübler, § XVIII et Clessin, § XX.

4<sup>o</sup> Le petit lac de Constance (*Untersee*, lac inférieur) n'atteint pas 25 mètres de profondeur, la limite que j'ai déterminée dans le lac Léman comme séparant la faune profonde de la faune superficielle. Sans discuter la signification des autres espèces que j'ai trouvées dans ce petit lac (dragage n<sup>o</sup> VII), j'en signalerai deux que je n'ai jamais constatées dans les grands fonds du lac Léman et qui me font comparer la faune de ce bassin à la faune littorale de notre lac. Ce sont, d'une part, une *Cyclas* (V. § XV), et, d'une autre part, un *Gammarus*, non plus aveugle comme ceux du Léman et du lac de Neuchâtel, mais doué d'yeux noirs très évidents et très brillants.

5<sup>o</sup> J'ai signalé l'apparence vaseuse des limons du lac de Zurich et surtout du lac inférieur de Constance, l'aspect jaune, crayeux, de celui du lac de Neuchâtel, la nature argileuse du limon des lacs Léman et de Constance (lac supérieur). La différence entre ces dépôts s'explique facilement par la nature des affluents. Pour le lac de Neuchâtel, les rivières qui s'y jettent viennent pour la plupart du Jura et y apportent des eaux calcaires. Le Léman et le lac de Constance reçoivent l'un le Rhône, l'autre le

Rhin, qui leur amènent leurs eaux glaciaires chargées d'alluvion. (V. § III). Le lac de Zurich et le petit lac de Constance sont dans des conditions toutes particulières. Non-seulement ils ne reçoivent pas de torrents glaciaires, mais ils n'ont pas même d'affluents importants qui puissent leur apporter des eaux limoneuses. Leurs grands affluents ont traversé des lacs où ils se sont clarifiés, et ont déposé leur limon glaciaire (le lac de Walen pour la Linth, le lac de Constance supérieur pour le Rhin) ; les petites rivières et ruisseaux qui s'y jettent (sauf peut-être l'Aa du Wäggithal dans le lac de Zurich) ont trop peu d'importance pour apporter autre chose qu'un peu de terre et surtout des matières organiques. Il n'y a donc pour ces lacs point ou presque point d'apport de matériaux minéraux de limons inorganiques. La vase qui se dépose dans ces lacs doit donc presque uniquement son origine aux débris organiques. C'est un limon essentiellement vaseux.

F.-A. F.



## EXPLICATION DES PLANCHES.

## Planche I.

CAMPOGNATHA FORELI. H. Lebert.

FIG. 1. *L'hydrachnide de grandeur naturelle et faiblement grossie.*

- a. Grandeur naturelle.
- b. Grossissement 5 fois.

FIG. 2. *L'hydrachnide avec son port naturel (gr. 35 fois).*

- a. a. Les deux paires d'yeux latéraux.
- b. b. Les palpes.
- c. c. Les jambes.
- d. d. L'article terminal de la quatrième paire de jambes, muni de crochets.

FIG. 3. *L'animal couché sur le dos, vu du côté du ventre.*

- a. a. Les palpes.
- b. b. Les plaques basales des mandibules.
- c. c. Les jambes.
- d. d. La hanche triangulaire servant de base à la troisième et quatrième paire de jambes.
- e. e. L'article terminal à crochets de la quatrième paire de jambes.

FIG. 4. *Squelette d'hydrachnide.*

- a. a. Les palpes.
- b. b. Apophyse ou prolongement vertical du troisième article (premier de libre) de la palpe.

- c. c. La faux mandibulaire de chaque côté.
- d. d. Les plaques basales des mandibules.
- e. e. Les jambes.
- f. f. Les hanches des deux dernières paires de jambes.
- g. Article terminal portant les crochets.
- h. Aire génitale ou organe des plaques fixatrices.

FIG. 5. *Squelette d'une hydrachnide, vu de côté.*

- a. a. Les palpes.
- b. L'apophyse dentiforme de la palpe.
- c. c. Les faux mandibulaires.
- d. d. Leurs plaques basales.
- e. e. Les jambes.
- f. f. Les hanches triangulaires.
- g. L'organe des plaques fixatrices.

FIG. 6. *L'hydrachnide avec sa coloration naturelle, jambes et palpes étendues (gr. 50 fois.)*

- a. a. Les deux paires d'yeux avec leurs cornées.
- b. Les palpes maxillaires.
- c. c. La surface externe du corps.
- d. d. Les limites externes du sac viscéral.
- f. f. Les parties de la coloration d'un blanc crayeux.
- g. g. La couleur brune-rougeâtre fondamentale.
- h. h. Les jambes.
- i. i. Les articles terminaux à crochets, de la quatrième paire de jambes.

FIG. 6 B. *Dentelure de l'avant-dernier article de la palpe.*  
(Menge, del.)

## Planche II.

CAMPOGNATHA FORELI. H. Lœbert.

FIG. 7. *Squelette d'hydrachnide (gr. 150 fois).*

- a. a. Les palpes.
- b. b. L'article basal réuni aux plaques maxillaires.
- c. c. Le second article des palpes, encore caché par le corps.
- d. d. Le troisième article des palpes.
- d'. d'. Apophyse dentiforme de cet article,
- e. e. Quatrième article.



- f. f.* Cinquième article.
- g. g.* Article terminal, sixième des palpes.
- h. h.* Part e antérieure, lobée des plaques maxillaires.
- i.* Plaque basale des faux mandibulaires.
- k.* Faux mandibulaire des deux côtés.
- m. m.* Canal dans leur intérieur.
- n.* Dentelure de leurs bords.
- l.* Partie sternale commune aux deux premières paires de jambes.
- o. p.* Jambes antérieures.
- q.* Hanche des troisième et quatrième paires de jambes.
- r.* Partie supérieure et basale de la troisième paire.
- s.* Troisième paire de jambes.
- t.* Articulation de la quatrième paire et court article.
- u.* Quatrième paire de jambes.
- v.* Organe qui renferme les plaques fixatrices.

FIG. 8. *Stries parallèles fines du sac viscéral (gr. 400 f.)*

FIG. 9. *Mandibule.*

- a. a.* Plaque basale.
- b. b.* Base demi-transparente de la faux mandibulaire.
- c. c.* Forte courbure de cette base.
- d. d.* Les mandibules.
- e. e.* La dentelure vue d'en haut,

FIG. 10. *Apophyse dentiforme de la palpe (gr. 400 fois).*

- a.* L'article qui porte ce prolongement latéral.
- b.* La partie chitinique de l'apophyse.
- c.* Le corps chitinique allongé, entouré d'une membrane fine et inséré par un pédicule dans le prolongement latéral de l'article de la palpe.

FIG. 11. *Les deux articles terminaux d'une palpe. (gr. 400 f.)*

- a.* L'avant dernier article.
- b.* L'insertion oblique de l'article terminal.
- d.* Cet article du bout libre.
- d'.* Les coins chitiniques fixés dans la pointe de ce sixième article.

FIG. 11 B. *Les coins chitiniques du dernier article d'une palpe.*

FIG. 12 A. *Aire génitale avec les plaques de l'animal vivant.*  
(Menge, del.)

- a.* Vulve.
- b.* Plaques fixatrices.

**FIG. 12 B. Aire génitale avec les plaques (gr. 400 fois).**

- a. a.* Enveloppe extérieure.
- b.* Partie médiane.
- c. c.* Enveloppe de chaque moitié.
- d. d.* Contours extérieurs des plaques.
- e. e.* Leurs contours internes.
- f. f.* Leur intérieur.

**FIG. 13. Les quatre yeux (gr. 150 fois).**

- a. a.* Les grands yeux antérieurs.
- b. b.* Les petits yeux postérieurs.
- c. c.* La cornée des yeux antérieurs.
- d. d.* La cornée des yeux postérieurs.

**FIG. 14 A. Article terminal de la jambe avec les crochets.**  
(Menge, del.)

- a. a.* Les deux grands crochets.
- b.* Le petit crochet.
- c.* Les muscles qui meuvent les crochets.

**FIG. 14 B. Les crochets grossis 220 fois. (Menge, del.)**

- a. a.* Les crochets principaux.
- b.* Le petit crochet.

**FIG. 14 C. Article terminal des jambes (gr. 550 fois).**

- a.* Insertion articulaire avec l'article précédent, une saillie et des poils.
- b.* Article terminal avec cavité bilobée pour les crochets.
- c. d.* Crochets à dentelures latérales.
- e.* Petit crochet lisse.

**FIG. 15. Article terminal de la quatrième paire de jambes, en forme d'âlène (gr. 400 fois).**

- a.* Article précédent avec insertion articulaire et poils.
  - b.* Article terminal.
  - c.* Ongles terminaux de cet article.
  - d.* Son insertion.
  - e. e.* Rudiments de crochets à la pointe mousse de cet article.
  - f. f.* Poils de cet article.
-

**Planche III.****VORTEX LEMANI. G. du Plessis.**

(G. du Pl. del.)

**FIG. 1.** Vortex vu de dos. Gross. : 20 diamètres.**FIG. 2.** Œufs tirés directement de l'ovaire et sans vitellus.**FIG. 3.** Zoospermes déroulés et enroulés à différents degrés.**LIMNÆUS STAGNALIS. Müll.****FIG. 4.** *L. stagnalis* du lac Léman, 50 m. de fond. Grandeur naturelle.**LIMNÆUS ABYSSICOLA. A. Brot.****FIG. 5.** *L. abyssicola* du lac Léman. Gross. : 2 diamètres.**FIG. 6.** Le même. Gross. : 4 diamètres.

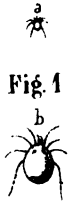
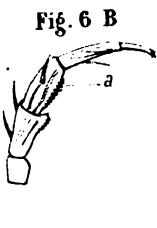
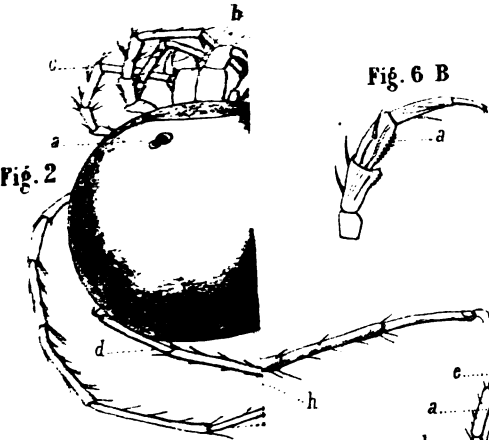


Fig. 4

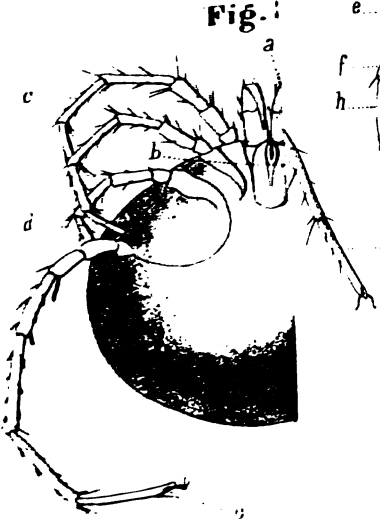
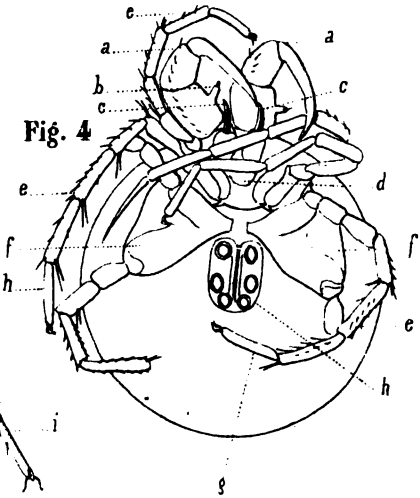


Fig. 8



CAMPOGNATI

LITH. JULES CHAPPEL, LAUSANNE







# RECHERCHES SUR LA DIFFUSION ENTRE L'AIR SEC ET L'AIR HUMIDE

à travers une cloison de terre poreuse (\*)

par

**M. L. DUFOUR,**

Professeur de physique à l'Académie de Lausanne.

---

**1.** Dans de récentes recherches sur une variation de température qui accompagne la diffusion des gaz à travers une cloison de terre poreuse, j'ai dû examiner, comme question préalable, ce qui arrive lorsque des gaz desséchés ou saturés viennent en contact avec la paroi diffusante. Les expériences ont montré que la circulation des gaz secs donne lieu à un abaissement de température; la circulation des gaz humides s'accompagne, au contraire, d'un réchauffement.

Qu'arrive-t-il si les deux faces de la paroi poreuse se trouvent en contact avec l'air dans deux états différents d'humidité ?

Des expériences assez variées, et dont on trouvera les détails dans les pages qui suivent, montrent que la différence d'état hygrométrique de l'air donne lieu au même résultat que celui qui est dû à deux gaz de densité différente. *Il se produit un double courant à travers la paroi*

(\*) Dans une communication préliminaire présentée à la Soc. helv. des Sc. nat. à Fribourg, en 1872, j'ai annoncé et montré le fait d'une diffusion entre l'air sec et l'air humide. (Archives des Sc. phys. de Genève, septembre 1872.)



*poreuse et le courant le plus abondant va de l'air plus sec à l'air plus humide.*

Les parois poreuses qui ont servi dans toutes les expériences dont il sera question plus loin, sont celles des vases cylindriques de terre cuite qui servent dans les piles galvaniques à deux liquides. Différents vases ont été utilisés ; ils seront désignés par les lettres P, S, M, T, etc... Ces vases avaient longtemps trempé dans l'eau puis avaient été soigneusement lavés. Tous donnaient, du plus au moins, une très bonne diffusion entre l'air et l'hydrogène, l'air et l'acide carbonique, etc. Les dimensions sont à peu près les mêmes pour tous ; environ 220<sup>mm</sup> de longueur intérieure et 40<sup>mm</sup> de diamètre. L'épaisseur de la paroi est de 3,6<sup>mm</sup> à 4<sup>mm</sup>.

2. Une première série d'expériences a été exécutée avec une portion de l'appareil employé dans les recherches *Sur la variation de température qui accompagne la diffusion* <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> *Bulletin de la Soc. des sc. nat.*, n° 71. — 1874.

Je me permettrai de rappeler ici quelques-unes des conclusions du mémoire : *Sur une variation de température*, etc., parce qu'il y sera souvent fait allusion dans le présent travail.

« I. Lorsque des courants d'air, d'hydrogène ou de gaz d'éclairage desséchés viennent circuler le long des parois du vase poreux ou d'un vase qui renferme des fragments de la matière poreuse, il se produit un abaissement de température. Cet abaissement se ralentit peu à peu et finit même par cesser tout à fait.

» II. Lorsque des courants des mêmes gaz chargés d'humidité viennent circuler dans les mêmes conditions, il se produit un réchauffement, lequel se ralentit aussi et finit par cesser. »

Pour le cas où il se produit une diffusion à travers une paroi poreuse :

« VI. Il y a un abaissement de température du côté où arrive le courant le plus abondant. Il y a, au contraire, élévation de température du côté opposé.

» VII. Ces variations de température ont été constatées lors-

Voici, de la description de cet appareil, tout ce qui s'applique au sujet actuel :

« ... Le vase poreux P était fermé par un bouchon de caoutchouc joignant parfaitement. Ce bouchon était percé de trois ouvertures qui recevaient :

» 1) Un thermomètre H, dont la cuvette arrivait à peu près au milieu de P ; 2) et 3), des tubes de verre *a* et *b* ; *a* plongeait jusque près du fond du vase ; *b* débouchait dans la partie supérieure. Ces tubes, ainsi que le thermomètre, étaient à frottement juste dans leurs ouvertures.

» Le cylindre P était placé au milieu d'un vase cylindrique de verre, V, ayant 145<sup>mm</sup> de hauteur et 83<sup>mm</sup> de diamètre ; il était librement soutenu dans ce vase, sans toucher ni le fond ni les parois, au moyen d'une pince fixée à un support solide qui serrait le tube *a*, à 10<sup>c</sup> environ au-dessus du bouchon. — Le vase V était fermé par une plaque mince de plomb qui reposait sur son bord supérieur et qui se repliait contre sa paroi extérieure. Cette plaque était percée en son milieu d'une grande ouverture circulaire par laquelle était introduit P ; ouverture qui se trouvait fermée par le bord supérieur du bouchon de caoutchouc. Deux autres ouvertures plus petites, pratiquées dans la plaque de plomb, donnaient passage : 1) à un tube *c* qui aboutissait dans l'espace annulaire vide entre P et V ; 2) à un thermomètre H' dont la cuvette arrivait à moi-

que les gaz prenant part à la diffusion sont desséchés aussi bien que quand ces gaz sont chargés de vapeur d'eau. — Lorsque les gaz sont employés sans dessiccation et sans humidification préalables, la diffusion donne nettement lieu aussi à la variation de température indiquée ci-dessus. Seulement alors, il est probable que cette variation est influencée par la présence de la vapeur d'eau. »

tié hauteur de P et à 2 ou 3<sup>mm</sup> de sa surface extérieure.

» Il résulte de ces dispositions que le vase P pouvait être absolument isolé de l'extérieur par la fermeture des tubes *a* et *b*; mais que l'espace annulaire entre P et V ne pouvait pas l'être. La fermeture avec la feuille de plomb était naturellement insuffisante; elle empêchait le gaz contenu dans l'espace annulaire de se mélanger trop rapidement avec l'air extérieur, mais elle ne permettait pas d'avoir une différence de pression entre cet espace et l'air libre.

» Les deux vases P et V, emboîtés ainsi l'un dans l'autre, étaient installés dans un grand cylindre, M, de terre ordinaire. V reposait sur trois bouchons placés sur le fond de ce dernier vase. Tout l'espace entre V et M était rempli de coton lâche; une couche de coton recouvrait la lame de plomb; enfin le vase de terre lui-même était entouré d'une couche de coton retenue par un linge formant une sorte de manteau extérieur. C'est du milieu de ce manteau et du coton qui avait encore été placé au-dessus de M, que sortaient les tubes *a*, *b*, *c* et les deux thermomètres H et H'. » *a*, *b* et *c* étaient reliés à des tubes de caoutchouc qui servaient à introduire, dans le poreux ou dans l'espace qui l'entourait, l'air sec ou l'air humide.

Les courants d'air étaient obtenus à l'aide d'un aspirateur à écoulement d'eau et à l'aide d'un grand sac de caoutchouc comprimé. Pour les saturer de vapeur ou pour les dessécher, on les faisait passer à travers deux tubes en U remplis de papier brouillard imbibé d'eau, ou à travers un ou deux appareils à ponce sulfurique.

Voici deux des expériences faites.

**1<sup>re</sup> EXPÉRIENCE.** — Un courant d'air provenant du sac de caoutchouc et desséché a été dirigé, par le tube *c*, dans l'espace compris entre le poreux, *P*, et *V*. Un autre courant, provoqué par l'aspirateur et desséché également, entrait par *a* dans le vase poreux et en sortait par *b*. Cette circulation, prolongée de 22 à 54 minutes, a produit l'abaissement connu de température dû à un gaz sec. A 54<sup>m</sup>, on a interrompu le second courant d'air, fermé le tube *a* et relié immédiatement *b* (par conséquent l'intérieur du vase poreux) avec un manomètre à eau. Le gaz sec continuait à l'extérieur. — On voit que la température s'est faiblement relevée et que la pression, dans *P*, a un peu augmenté. A 61<sup>m</sup>, le courant extérieur a cessé de passer sur la ponce sulfurique et a été dirigé au contraire à travers le papier brouillard imbibé d'eau. La pression, dans le vase *P*, n'a pas tardé à baisser et a varié de 11<sup>mm</sup> en deux minutes et demie. — A 64<sup>m</sup>, le courant extérieur humide a été interrompu et la pression s'est immédiatement rapprochée de la pression extérieure. De 69 à 72<sup>m</sup>, le robinet de *a* a été ouvert afin de laisser s'établir l'équilibre des pressions. — A 72<sup>m</sup>, nouveau courant d'air sec à l'extérieur; la pression, dans *P*, a baissé de 2 à 3<sup>mm</sup> dans les premières secondes, mais s'est bientôt accrue et a atteint une valeur de + 9<sup>mm</sup> à 76<sup>m</sup>. Ce courant sec ayant été interrompu, la différence des pressions extérieure et intérieure a immédiatement diminué et était nulle à 84<sup>m</sup>. — A 91<sup>m</sup>, courant d'air humide à l'extérieur donnant lieu à des phénomènes semblables à ceux qui se sont produits de 61 à 63<sup>m</sup>; la pression varia de — 10<sup>mm</sup>,5. — A 98<sup>m</sup>, interruption du courant à laquelle succéda bientôt l'égalisation des pressions.

## Exp. I.

| TEMPS.           | TEMPÉRAT. | PRESSIION.        | TEMPS.          | TEMPÉRAT. | PRESSIION.      |
|------------------|-----------|-------------------|-----------------|-----------|-----------------|
| 22 <sup>m</sup>  | 23°49     | . . .             | 72 <sup>m</sup> | 23°14     | 0 <sup>mm</sup> |
| 36               | 23,46     | . . .             | 73              | 23,14     | — 2             |
| 38               | 23,36     | . . .             | 74              | . . .     | + 1             |
| 50               | 22,76     | . . .             | 75              | 23,12     | + 7             |
| 52               | 22,78     | . . .             | 76              | 23,06     | + 9             |
| 54               | 22,79     | . . .             | 79              | 23,00     | + 9             |
| 55               | 22,80     | + 3 <sup>mm</sup> | 80              | 22,98     | + 6             |
| 57               | 22,80     | + 4               | 84              | . . .     | 0               |
| 59               | 22,84     | + 4               | 85              | 22,98     | 0               |
| 61               | 22,85     | + 4               | 90              | 23,00     | 0               |
| 61 <sub>,5</sub> | 22,86     | + 1               | 91              | 23,02     | — 2             |
| 62               | 22,84     | — 4               | 93              | 23,08     | — 9             |
| 63               | 22,93     | — 10              | 94              | 23,12     | — 10            |
| 64               | 23,00     | — 11              | 98              | 23,27     | — 10            |
| 65               | . . .     | — 7               | 99              | 23,31     | — 7             |
| 68               | 23,12     | — 2               | 105             | 23,33     | — 2             |
| 69               | 23,12     | 0                 |                 |           |                 |

2<sup>me</sup> EXP. — A 0 minute commença une double circulation d'air chargé de vapeur à l'extérieur et à l'intérieur du vase poreux ; le manomètre n'était pas encore relié à l'appareil. La température s'éleva conformément à la loi connue, puis demeura sensiblement stationnaire dès 31<sup>m</sup>. — A 37<sup>m</sup>, le tube *a* fut fermé ; *b* fut relié au manomètre qui accusa, dans les premiers instants, une faible diminution de pression. A 46<sup>m</sup>, le courant extérieur fut desséché et passa très lentement à travers deux tubes à ponce sulfurique. La pression ne tarda pas à s'élever dans le vase poreux et atteignit

+ 20<sup>mm</sup> en 6 minutes. — A 56<sup>m</sup>, le courant extérieur cessa d'être desséché et fut dirigé à travers le papier brouillard mouillé. La pression diminua aussitôt, l'excès devint nul vers 59<sup>m</sup> et ensuite négatif.

**Exp. 2.**

| TEMPS.          | TEMPÉRAT. | PRESSION.         | TEMPS.          | TEMPÉRAT. | PRESSION.          |
|-----------------|-----------|-------------------|-----------------|-----------|--------------------|
| 57 <sup>m</sup> | 22°34     | . . .             | 49 <sup>m</sup> | 22°44     | + 14 <sup>mm</sup> |
| 0               | 22,34     | . . .             | 50              | 22,39     | + 17               |
| 6               | 22,40     | . . .             | 52              | 22,16     | + 20               |
| 21              | 22,58     | . . .             | 54              | 22,00     | + 20               |
| 31              | 22,56     | . . .             | 56              | 21,92     | + 20               |
| 34              | 22,56     | . . .             | 57              | 21,84     | + 17               |
| 37              | 22,56     | . . .             | 58              | 21,84     | + 3                |
| 39              | 22,55     | — 1 <sup>mm</sup> | 59              | 21,86     | + 1                |
| 45              | 22,53     | — 2               | 60              | 21,96     | — 1                |
| 46              | 22,54     | — 3               | 64              | 22,18     | — 4                |
| 48              | 22,54     | + 2               | 70              | 22,40     | — 4                |

**3.** En examinant de près les diverses phases des expériences précédentes, on voit que la présence d'un air plus sec à l'intérieur du poreux et d'un air moins sec ou humide à l'extérieur donne lieu à une diminution de la pression. Inversément, lorsque l'air est plus sec à l'extérieur et humide à l'intérieur, la pression augmente. Ce résultat indique donc, de l'air sec à l'air humide, un courant plus abondant que dans le sens inverse.

Si l'on examine la marche du thermomètre H, on voit qu'il a varié conformément aux lois rappelées dans la note<sup>(1)</sup>. Il accuse un accroissement de température du côté où le courant le plus abondant pénètre dans la paroi

poreuse et un refroidissement du côté où ce courant sort de la même paroi<sup>(2)</sup>. — Il est à remarquer que les variations de pression du manomètre ne peuvent pas s'attribuer aux changements de température du gaz qui remplit le vase poreux, car ces changements sont précisément inverses de ce qu'ils devraient être pour expliquer les changements de la pression.

Les changements dans la pression, ainsi que les variations du thermomètre, n'ont pas coïncidé exactement avec l'instant noté pour les changements dans les courants. Cette différence est très probablement due au fait que les courants circulaient avec assez de lenteur et qu'ils devaient parcourir les tubes de caoutchouc avant d'arriver au contact du vase poreux.

Plusieurs autres expériences, tout à fait semblables aux deux précédentes, ont toujours fourni des résultats analogues. Il me paraît superflu de les décrire.

4°. Le vase poreux P a été retiré de l'appareil dont il vient d'être question. Il est resté fermé par le bouchon de caoutchouc et muni du thermomètre H ainsi que du tube *a* destiné à la communication avec le manomètre. Sur le trajet de ce tube a été placé un robinet à trois voies afin de pouvoir facilement laisser la pression intérieure s'équilibrer avec la pression extérieure.

(2) La variation de température est plus forte que celle qui a été obtenue lors de la diffusion entre l'air et l'hydrogène ou l'air et le gaz d'éclairage. Il me paraît probable que, dans les expériences actuelles, la variation de température est un résultat combiné de ce qui provient du fait même de la diffusion et de ce qui est dû à l'absorption de la vapeur d'eau par la matière poreuse ou à son dégagement. (Voir note 1.)

Quant à la variation de pression, elle est ici si faible qu'elle ne doit pas influencer d'une manière sensible sur le changement de la température qui règne dans les vases poreux.

Deux vases cylindriques de verre, dont il sera souvent question dans la suite, ont été préparés d'une façon telle que l'un renfermait de l'air sec et l'autre de l'air très humide ou saturé. Ces cylindres, de 15<sup>c</sup> de hauteur et de 9<sup>c</sup> de diamètre étaient suffisamment grands pour que les vases poreux pussent être complètement plongés dans leur intérieur. Le premier a été revêtu, sur sa face interne, de deux doubles de papier brouillard plongeant dans une couche d'eau de 8 à 10<sup>mm</sup> qui recouvrait le fond. Le second a reçu une couche de quelques millimètres d'acide sulfurique concentré. L'un et l'autre étaient soigneusement fermés par un couvercle jusqu'au moment où ils devaient servir dans une expérience. — Peu de temps avant de les employer, on avait soin de les incliner et de les tourner quelques instants, de telle sorte que soit l'eau, soit l'acide sulfurique vinssent mouiller les parois intérieures. L'un des vases fournissait donc une atmosphère très humide ou saturée (je le nommerai le *cylindre humide*) et l'autre une atmosphère desséchée (le *cylindre sec*). Dans ce dernier, l'acide sulfurique était fréquemment renouvelé.

3<sup>me</sup> EXP. — Le vase poreux P, qui avait été quelques jours à l'air libre dans une atmosphère de 12 à 15°, a été soutenu par une pince qui saisissait le tube de verre *a*, puis on a amené le *cylindre sec* de telle sorte que P plongeât entièrement dans son intérieur. Du coton lâche a été placé en bourrelet entre la partie supérieure du poreux et le bord du cylindre qui l'entourait, afin d'empêcher l'air de ce dernier de se mélanger trop facilement avec l'atmosphère ambiante. Après quelques minutes, le *cylindre sec* a été enlevé et remplacé par le



*cylindre humide*. Voici les indications du thermomètre et du manomètre :

**Exp. 3.**

| TEMPS.          | TEMPÉRAT. | PRESSION.         | TEMPS.          | TEMPÉRAT. | PRESSION.            |
|-----------------|-----------|-------------------|-----------------|-----------|----------------------|
| 13 <sup>m</sup> | 15°90     | 0,0 <sup>mm</sup> | 20 <sup>m</sup> | 15°65     | + 11,5 <sup>mm</sup> |
| 14              | 15,95     | 0,0               | 22              | 15,55     | + 11,0               |
| 15              | 15,98     | 0,0               | 23              | 15,50     | — 0,5                |
| 16              | 15,90     | + 5,5             | 24              | 15,50     | — 7,5                |
| 17              | 15,84     | + 10,0            | 26              | 15,80     | — 8,0                |
| 18              | 15,80     | + 11,1            | 28              | 16,05     | — 7,8                |

Jusqu'à 15 minutes, le poreux était à l'air libre. A ce moment, on a placé le *cylindre sec*; la pression s'est immédiatement élevée et a présenté une valeur maximum  $\Delta p = + 11^{\text{mm}},5$ . — A 22<sup>m</sup>, le *cylindre sec* a été remplacé par le *cylindre humide*. La pression a rapidement baissé et a présenté une diminution de 8<sup>mm</sup> au-dessous de la pression normale.

Si l'on consulte le thermomètre, on voit que la température a baissé dans la première phase de l'expérience; elle a au contraire monté durant la seconde.

Ce résultat confirme donc, et d'une manière très simple, ceux qui ont été obtenus dans les expériences 1 et 2. Il paraît y avoir une diffusion de l'air plus sec vers l'air plus humide, et la variation de la température se trouve conforme aux lois connues. Cette variation se produit dans un sens précisément inverse de ce qui devrait être si c'était la chaleur qui fût la cause du changement de la pression.

La marche qui vient d'être décrite dans cette expérience a été reproduite un très grand nombre de fois par

diverses températures ambiantes et avec divers vases poreux. Les résultats ont toujours été conformes à ceux qui viennent d'être cités comme exemples ; mais la grandeur de la variation de pression diffère un peu d'un vase poreux à l'autre. Cette variation d'ailleurs dépend dans une grande mesure — on le verra plus tard — de la tension de la vapeur d'eau.

4<sup>me</sup> EX. — Un petit godet de verre, de 35<sup>mm</sup> de diamètre et de 30<sup>mm</sup> de hauteur, a été à moitié rempli d'eau puis introduit dans le vase poreux S, de telle sorte qu'il reposait sur le fond de ce vase. Un paquet de mousse-line, formant mèche, a été installé d'une manière telle qu'il trempait dans l'eau du godet et s'élevait jusque vers le milieu de S, sans cependant toucher les parois. Grâce à cette disposition, le poreux s'est trouvé rempli d'air très humide. Il a été fermé avec le bouchon de caoutchouc puis relié au manomètre. Le manomètre a immédiatement accusé une augmentation de pression. On a observé, au bout de deux minutes,  $\Delta p = + 6^{\text{mm}}$  à 6,5<sup>mm</sup>, indiquant ainsi une diffusion de l'air ambiant, moins humide, vers l'air intérieur plus humide. Le vase poreux a été placé ensuite dans le *cylindre humide* décrit plus haut. L'excès de pression a diminué et s'est arrêté à une valeur de + 0<sup>mm</sup>,5 à 0<sup>mm</sup>,8, due probablement à ce que l'atmosphère intérieure du vase poreux se maintenait plus riche en vapeur que celle du *cylindre humide* dépourvu de son couvercle. Le vase poreux a été ensuite placé dans le *cylindre sec*. La pression s'est rapidement élevée à + 20 et + 21<sup>mm</sup>. Pendant cette expérience, la température était de 23 à 24°.

Des faits tout semblables ont été constatés un grand

nombre de fois avec divers vases poreux et par diverses températures ambiantes. Ils se sont toujours reproduits de manière à indiquer une diffusion de l'air plus sec vers l'air plus humide.

5<sup>me</sup> EX. — Le vase poreux P avait été placé, durant quelques heures, sous une grande cloche à côté d'une capsule remplie d'acide sulfurique. On avait en outre placé, dans l'intérieur de P, un petit godet de verre à demi rempli d'acide sulfurique concentré. Le vase P ainsi préparé puis relié au manomètre a fourni, après deux minutes d'exposition à l'air libre, une diminution de pression de — 8 à — 9<sup>mm</sup>. On l'a installé dans le *cylindre humide* et la diminution a rapidement atteint — 14<sup>mm</sup>. La température ambiante était de 15 à 16°.

Dans cette expérience, comme dans la précédente, le thermomètre plongé dans le vase poreux a présenté une variation de quelques dixièmes de degré pendant que le changement de pression se produisait. Cette variation a été chaque fois en sens opposé de ce qu'elle aurait dû être, si le changement de pression eût été provoqué par une variation de température de l'air contenu dans le vase. En revanche, le sens de la variation de la température est bien conforme à la loi connue (voir note 1).

Cette expérience cinquième a été répétée bien souvent avec différents vases poreux; elle a toujours fourni des résultats semblables à ceux qui viennent d'être indiqués. On peut se borner à introduire dans le poreux le petit godet de verre avec acide sulfurique sans préalablement exposer le vase tout entier à l'air sec, le changement de pression demeure encore très prononcé.

5. Dans les expériences qui viennent d'être décrites, les résultats paraissent bien être dus à une diffusion à travers la paroi poreuse. Il n'est cependant pas inutile d'indiquer quelques faits et quelques considérations à l'appui de cette interprétation du phénomène.

1) Lorsqu'on chauffe ou qu'on refroidit un vase poreux, on trouve que la tension du gaz contenu dans son intérieur change assez fortement et assez rapidement pour que le manomètre varie *avant* que le thermomètre ait commencé à signaler le réchauffement ou le refroidissement. La marche du thermomètre est alors d'accord avec celle du manomètre, c'est-à-dire qu'il y a un accroissement de pression lors d'un réchauffement et une diminution lors d'un refroidissement. Or, dans les expériences précédentes, le thermomètre, on l'a vu, variait toujours en sens opposé de ce qui aurait dû être, d'après les indications du manomètre.

2) Lorsque, dans le vase poreux, la pression change par suite d'une variation de température, qu'elle augmente, par exemple, sous l'influence d'un réchauffement, l'équilibre tend à se rétablir à cause de la porosité du vase. Si, après que le gaz a subi sa dilatation accusée par le manomètre, on établit un instant une communication avec l'air extérieur, l'excès de pression disparaît, et si le réchauffement ne continue pas à augmenter la différence de pression ne se reproduit pas. Il en est tout autrement lorsqu'une diffusion intervient dans les conditions des expériences décrites plus haut. Lorsqu'on plonge, par exemple, le vase poreux rempli d'air saturé dans le *cyindre sec*, il se produit, en quelques secondes, un accroissement de pression de quelques millimètres. Le manomètre atteint un certain maximum et s'y maintient. Si l'on établit la com-

munication avec l'air extérieur, les pressions extérieure et intérieure s'équilibrent immédiatement ; mais dès que la communication avec l'extérieur est supprimée, la différence de pression reparait. On peut ainsi un grand nombre de fois, à de courts intervalles, rétablir la communication avec l'air ambiant, laisser par conséquent sortir du vase poreux un peu d'air pour rétablir l'équilibre : *on voit toujours la différence de pression se renouveler, toujours dans le même sens et toujours sensiblement de la même quantité*, dès que la communication avec l'extérieur est supprimée.

3) On pourrait supposer peut-être que le changement de pression est dû à quelque modification dans la dimension du vase poreux, laquelle se réduirait un peu lorsque l'air sec est en contact avec la face extérieure, et, au contraire, s'accroîtrait dans le cas d'un air plus humide. Cette supposition est évidemment écartée par les détails indiqués ci-dessus 2) ; elle l'est aussi d'une façon très évidente par les détails qu'on trouvera plus loin (9<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> Exp.).

4) Pour m'assurer que les phénomènes dont il s'agit ici sont bien dépendants de la porosité des parois du vase, j'ai verni deux vases poreux qui avaient nettement fourni des résultats semblables à ceux des expériences 1 à 5. L'un d'eux a été verni (vernis de gomme laque et cire dans l'alcool) à l'intérieur et l'autre à l'extérieur. Après cette opération, il n'y a plus eu de traces d'une influence de l'air sec ou humide pour provoquer un changement de pression de l'air contenu dans ces vases. — J'ai également soumis aux mêmes épreuves un ballon et une éprouvette de verre. Le résultat a été nul également, ainsi qu'on pouvait s'y attendre. En revanche, les cylindres poreux vernis et les vases de verre accusaient très nettement et dans

le sens voulu les variations de la température; c'étaient de véritables thermomètres à air.

**6.** Les expériences précédentes, et aussi celles qui vont suivre, établissent seulement que l'air plus sec passe ou tend à passer à travers la paroi poreuse, se dirigeant du côté où se trouve un air plus humide. — Mais il n'est pas douteux que la vapeur d'eau traverse également la paroi en sens opposé, et c'est la différence des deux courants qui est accusée dans les expériences décrites ici. Ce phénomène paraît analogue à celui qui se produit entre deux gaz de densité différente, et on peut bien lui appliquer le nom de diffusion.

Quoique les preuves du passage de la vapeur d'eau à travers la paroi poreuse semblent peut-être superflues, je me permettrai cependant d'indiquer les faits suivants :

1) Si l'on place dans un vase poreux bien fermé un morceau de papier brouillard ou un morceau de mousse-line imbibés d'eau, et qu'on abandonne ce vase à l'air libre, le corps mouillé finit par être parfaitement sec au bout de peu de jours.

2) Si le vase poreux est installé dans un cylindre de verre avec une soucoupe d'acide sulfurique, la dessiccation se fait plus promptement.

3) Un godet à demi rempli d'acide sulfurique a été placé dans un vase poreux, puis ce vase, hermétiquement fermé, a été installé dans un *cylindre humide*. Après vingt-quatre heures, le godet avait augmenté de 0<sup>g</sup>,074. Dans une autre occasion, après trois jours, le poids du godet avait augmenté de 0<sup>g</sup>,525, c'est-à-dire de un sixième à peu près du poids de l'acide sulfurique qui y avait été placé. — Ces accroissements de poids, dus à la vapeur aqueuse

absorbée, prouvent bien le passage de cette vapeur à travers la cloison poreuse.

7. Voici maintenant diverses autres expériences qui confirment, par des faits assez frappants et assez inattendus, la réalité de cette diffusion entre l'air sec et l'air humide.

6<sup>e</sup> EXP. Un vase poreux, S, muni de son thermomètre, H, et relié avec le manomètre, a été placé dans un cylindre de verre de 16 cent. hauteur et de 12 cent. de diamètre. Le vase poreux, soutenu par la pince qui saisissait le tube *a*, était suspendu librement au milieu de ce cylindre. Un second thermomètre, H', a été installé de telle façon que sa cuvette plongeât dans l'espace annulaire entre S et le cylindre extérieur.

A 0 minute, la communication avec l'extérieur a été supprimée. Le manomètre a accusé une faible augmentation de pression. Les thermomètres ont peu varié entre 0 et 10<sup>m</sup>. — A 10<sup>m</sup>, on a chauffé très faiblement, avec une petite flamme d'alcool, le fond du cylindre de verre. On voit que les températures H et H' se sont élevées de 4 et de 6° à peu près, et, en même temps, le gaz du vase S a augmenté de force élastique. On a là l'effet simple et ordinaire d'une variation de température. Il est à remarquer cependant que si le vase n'eût pas été poreux et que l'air intérieur n'eût pas pu sortir en partie par les parois, l'accroissement de force élastique aurait sûrement été plus considérable. A 22 minutes, la flamme fut éteinte et l'appareil abandonné au refroidissement, le vase poreux communiquant librement avec l'extérieur.

Après 38 minutes d'interruption, on versa sur le fond du vase extérieur une couche de 3 à 4 millimètres d'eau,

puis on supprima la communication avec l'air extérieur et on chauffa de nouveau très faiblement à partir de 4 minutes. On voit que les deux thermomètres H et H' accusèrent bientôt l'accroissement de la température, mais que le manomètre *baissa*. A 26 minutes, malgré un réchauffement de plusieurs degrés de H et de H', la dépression était de 5<sup>mm</sup>,5. — Ce résultat est dû sans doute à la présence d'une atmosphère humide autour du vase poreux. Il y avait diffusion plus abondante de l'intérieur vers l'extérieur.

**Exp. 6.**

| TEMPS          | H     | H'    | PRESSION            |
|----------------|-------|-------|---------------------|
| 0 <sup>m</sup> | 20°60 | 20°40 | + 0,5 <sup>mm</sup> |
| 5              | 20,20 | 20,45 | + 1,0               |
| <u>10</u>      | 20,30 | 20,80 | + 1,0               |
| 11             | 20,40 | 21,40 | + 2,0               |
| 13             | 21,25 | 23,20 | + 6,0               |
| 16             | 23,00 | 25,15 | + 10,0              |
| <u>22</u>      | 24,35 | 27,20 | + 12,5              |
| <u>0</u>       | 19,48 | 19,55 | 0,0                 |
| 5              | 19,60 | 19,65 | — 2,0               |
| 14             | 19,95 | 19,80 | — 2,5               |
| 16             | 20,65 | 20,00 | — 3,5               |
| 21             | 24,05 | 22,50 | — 4,0               |
| <u>26</u>      | 28,10 | 25,55 | — 5,5               |
| 33             | 22,80 | 20,05 | + 6,0               |
| 35             | 21,40 | 20,15 | + 7,5               |
| 38             | 20,65 | 20,70 | + 8,5               |

A 26 minutes, on éloigna le cylindre de verre et on le remplaça, autour du poreux, par le *cylindre sec* dont il a



souvent été question. Le manomètre accusa immédiatement un accroissement de pression, parce que l'atmosphère environnant S se trouvait plus sèche que l'intérieur du vase lui-même, et de 33 à 38 minutes, malgré un abaissement de température de  $1^{\circ},15$ , le manomètre continua à s'élever.

7<sup>e</sup> Exp. Le cylindre de verre, pourvu du thermomètre H', a été chauffé lentement et avait atteint une température de  $36^{\circ}$ . A ce moment, on introduisit dans son intérieur le poreux P, dont la température était de  $19^{\circ},30$ . En 7 minutes, le thermomètre H monta à  $27^{\circ},20$  et, pendant ce temps, la pression augmenta de 15 millimètres. C'est l'accroissement ordinaire de force élastique dû au réchauffement de P et de l'air qui y était renfermé. Le vase poreux fut retiré du cylindre de métal et abandonné au refroidissement. — Après 40 minutes, on observait  $H = 20^{\circ},40$  et  $H' = 21^{\circ}$ . Une couche d'eau de quelques millimètres fut versée sur le fond du cylindre de verre, puis l'on chauffa faiblement comme dans la phase précédente. Ce cylindre se remplit donc d'air chaud, mais saturé d'humidité. A 43 minutes, on observait  $H' = 29^{\circ},30$ . A ce moment, le poreux fut introduit comme ci-dessus. De 43 à 48 minutes, sa température monta de  $1^{\circ},8$  et, pendant ce temps, le manomètre baissa de  $8^{\text{mm}},5$ . A 48 minutes, la communication fut établie avec l'air extérieur, durant 20 secondes, afin de laisser les pressions s'équilibrer, puis cette communication fut supprimée. En moins de une minute, le manomètre accusa de nouveau — 7 millimètres.

Ici encore, on voit que la pression a diminué dans le vase poreux lorsque ce vase a été plongé dans une atmos-

phère saturée d'humidité, quoique notablement plus chaude <sup>(1)</sup>.

3<sup>e</sup> Exp. Un vase poreux, M, a été installé, à 39 minutes, dans un cylindre métallique remplaçant le cylindre de verre des deux expériences précédentes, puis on a très lentement chauffé avec une faible flamme d'alcool. Après 37 minutes, on observait  $H' = 34^{\circ}$ ,  $H = 32^{\circ}, 10$ , et la pression s'était accrue de  $12^{\text{mm}}, 4$ . A ce moment, on versa à travers un tube aboutissant jusqu'au fond du cylindre de métal environ 30 grammes d'eau à  $90^{\circ}$ . Il devait donc se développer rapidement de la vapeur autour du vase poreux. Les thermomètres H et H' continuèrent à monter jusqu'à  $35^{\circ}, 6$  et  $35^{\circ}, 9$ , et, pendant ce temps, la pression baissa de manière à atteindre environ 18 millimètres au-dessous de sa valeur normale.

On peut obtenir un résultat semblable à celui qui vient d'être indiqué sans chauffage préalable. Ainsi, un vase poreux était installé dans le cylindre de métal à la température ambiante du laboratoire,  $12$  à  $13^{\circ}$ . On versa par l'intermédiaire du tube de verre, sur le fond de ce dernier vase, un peu d'eau à  $30^{\circ}$ . Le manomètre accusa, en peu de minutes, une dépression de 6 millimètres pendant que les thermomètres H et H' s'élevaient de plus de

(<sup>1</sup>) Il intervient probablement, dans une certaine mesure, les phénomènes de thermodiffusion découverts dernièrement par M. Feddersen. L'atmosphère qui entoure le vase poreux doit être, en effet, à chaque instant un peu plus chaude que l'intérieur même du vase, dans lequel la chaleur arrive seulement avec un certain retard. Mais la thermodiffusion n'est sûrement pas la cause des différences de pression constatées ici, puisque ces différences ne se produisent qu'autant que l'air intérieur du cylindre poreux est dans un état hygrométrique autre que celui de l'air extérieur.

1° sous l'influence de la vapeur chaude qui s'était répandue autour du vase poreux.

**Exp. 8.**

| TEMPS           | H                 | H'                | PRESSI <sup>ON</sup> |
|-----------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| 39 <sup>r</sup> | 7 <sup>h</sup> 60 | 7 <sup>h</sup> 60 | 0,0                  |
| 42              | 11,60             | 8,85              | + 9,5                |
| 52              | 22,00             | 17,80             | + 10,4               |
| 71              | 32,35             | 30,10             | + 12,1               |
| 76              | 34,00             | 32,10             | + 12,4               |
| 77              | 34,00             | 32,20             | + 11,0               |
| 78              | 34,20             | 32,55             | — 4,1                |
| 79              | 34,40             | 33,25             | — 12,1               |
| 80              | 34,80             | 34,05             | — 17,1               |
| 81              | 35,25             | 34,40             | — 17,6               |
| 83              | 35,50             | 35,55             | — 18,1               |
| 84              | 35,60             | 35,90             | — 18,5               |

**8.** Les trois dernières expériences ont été répétées fréquemment, avec différents vases poreux et en variant un peu le mode d'opération. — Dans ces essais, deux causes, agissant en sens inverse, influent sur la force élastique du gaz renfermé dans le vase poreux : la variation de la température et la diffusion due à la différence de tension de la vapeur sur les deux faces de la paroi. — Lorsque la variation de température est rapide, elle donne lieu à une hausse plus ou moins forte du manomètre, tandis que si le réchauffement est lent, la porosité du vase permet au gaz de s'éliminer assez pour empêcher ou pour diminuer l'accroissement de la pression. Si l'air qui entoure le vase poreux est chargé de vapeur en même temps qu'il est chaud, la diffusion entre l'air plus sec de l'intérieur et l'air

plus humide de l'extérieur tend à diminuer la pression, et en opérant avec une température pas trop élevée ou pas trop rapidement croissante, ce dernier effet peut être prédominant. C'est ce qui est arrivé dans les expériences 6, 7 et 8, où l'on a le phénomène assez inattendu d'une *diminution de pression dans un vase en même temps que sa température s'élève d'une façon très prononcée.*

J'ai, à plusieurs reprises, opéré d'une manière rigoureusement semblable à celle des expériences 6, 7 et 8, en employant des vases poreux vernis à l'intérieur ou à l'extérieur. Les résultats ont toujours nettement été ce que l'on peut attendre en pareil cas, c'est-à-dire que la pression a paru dépendre seulement de la variation de température, que l'air entourant ces vases fût sec ou humide. Il me paraît superflu de donner en détail ces expériences de contrôle, puisqu'elles ont simplement constaté des changements de pression en rapport avec des changements de température, tels que les offrent des volumes d'air renfermés dans des vases imperméables.

Le réchauffement d'un poreux verni donne lieu, pour une même variation de la température du thermomètre intérieur, à un plus grand accroissement de pression que le réchauffement d'un poreux ordinaire plongé dans l'air non humide. Cette différence tient au fait, déjà indiqué ci-dessus, que, dans ce dernier cas, le gaz intérieur s'élimine partiellement à travers la paroi à mesure que sa pression tend à dépasser celle qui règne à l'extérieur.

---

**9.** Dans les expériences indiquées jusqu'ci, la différence des deux courants qui traversent la paroi poreuse se manifeste par une variation de pression. On peut ad-

mettre que la différence de pression qui se produit diminue celui des deux courants qui est le plus abondant et accroît au contraire l'autre. Il s'établit bientôt un état stationnaire correspondant à une différence,  $\Delta p$ , des pressions pour laquelle les deux courants ont à chaque instant une intensité égale. C'est cette quantité  $\Delta p$  qui est la variation maximum fournie par le manomètre et qui est sensiblement fixe tant que la différence des conditions hygrométriques se maintient la même des deux côtés de la paroi poreuse.

Si la pression est maintenue égale des deux côtés de la paroi poreuse, la différence des courants de diffusion deviendra appréciable par un déplacement gazeux dirigé de l'air plus sec à l'air plus humide. — On en trouvera des exemples dans les expériences qui suivent.

9<sup>e</sup> Exp. — Dans le vase poreux X a été placé le petit godet à demi rempli d'acide sulfurique. Ce vase a été ensuite relié à un long tube de 3 millimètres de diamètre intérieur, disposé horizontalement et pourvu d'un index liquide de quelques millimètres de longueur. Le vase X étant laissé à l'air libre, dont la température était de 15°, l'index se mit en mouvement du côté de X, indiquant ainsi une aspiration. Le vase poreux ayant été entouré du *cylindre humide*, le mouvement de l'index devint immédiatement plus rapide; il se ralentit dès que le cylindre humide fut éloigné.

Le même vase poreux, pourvu du godet rempli d'eau avec mèche de mousseline afin qu'il se remplit d'air humide, fut mis en communication avec le tube à index dont il vient d'être question. L'index se déplaça en s'écartant du vase, accusant ainsi une entrée de l'air à tra-

vers la paroi poreuse. Le déplacement, assez lent, était d'environ 9 millimètres par minute. On installa alors le poreux dans le *cylindre sec* ; le mouvement de l'index s'accéléra immédiatement et fut de 58 millimètres en une minute, de 112 millimètres en deux minutes, etc.

10<sup>e</sup> Exp. — Dans un tube en V fut introduit une petite colonne d'eau, juste suffisante pour fermer toute communication d'une branche à l'autre ; mais un faible excès de pression dans l'un ou l'autre sens déplaçait un peu la colonne et permettait à une bulle de gaz de passer. — L'une des branches de ce tube fut reliée à un vase poreux, M, qui renfermait le godet à demi rempli d'acide sulfurique, puis le vase lui-même fut installé dans le *cylindre humide*. On vit bientôt la colonne d'eau se déplacer et permettre le passage d'une bulle d'air dirigée de l'extérieur vers le vase poreux. A cette bulle en succéda une deuxième, puis une troisième, etc. Le mouvement était bien régulier. Avec l'appareil employé, il passa douze bulles en seize minutes. La température était de 10°,5 à 10°,9. — Un autre vase poreux, X, placé dans des conditions identiques, donna un résultat tout semblable. Le passage des bulles était un peu plus lent.

Un autre poreux, P, pourvu du godet d'eau avec mèche de mousseline, fut relié au tube en V, puis laissé à l'air libre. La colonne d'eau se déplaça un peu, accusant une augmentation de pression dans le vase ; mais elle ne fut pas soulevée suffisamment pour qu'une bulle pût passer. La différence de tension de vapeur entre l'air ambiant et l'air intérieur de P était trop peu considérable. On plaça alors autour de ce dernier le *cylindre sec*. Les bulles d'air passèrent bientôt et fort régulièrement à raison de

une en 70 secondes environ. La température était de  $8^{\circ},1$  à  $8^{\circ},6$ .

Dans ces deux dernières expériences, le mouvement d'un index ou le passage des bulles de gaz fait voir nettement le sens dans lequel marche, à travers la paroi poreuse, le courant le plus abondant. On reconnaît bientôt que la rapidité du déplacement de l'index et du passage des bulles est étroitement liée à la différence d'état hygrométrique entre l'air intérieur et l'air extérieur du vase poreux. Elle dépend donc de l'état de l'air ambiant lorsque le poreux est pourvu d'un godet d'acide sulfurique ou d'eau ; elle se modifie immédiatement dès qu'on fait arriver au contact de la paroi extérieure de ce vase un air plus sec ou un air plus humide.

10<sup>e</sup> Exp. bis. — Je décrirai ici une expérience analogue à la précédente, mais dans laquelle j'ai cherché à mesurer la quantité de gaz diffusant à travers la paroi poreuse.

Le vase poreux S a été pourvu du godet d'eau avec mèche de mousseline, puis il a été relié au tube en V mentionné ci-dessus. On l'a exposé d'abord à l'air libre ; on l'a placé ensuite dans un grand cylindre de verre, sur le fond duquel avait séjourné, durant quelques heures, une couche d'acide sulfurique. En outre, un tube amenait d'une manière continue, dans ce cylindre, un courant d'air desséché par son passage à travers de la ponce sulfurique.

Voici une partie des observations faites. Le temps était noté chaque fois qu'une bulle gazeuse passait dans le coude du tube en V, accusant un courant de diffusion allant de l'extérieur à l'intérieur du vase poreux.

**Exp. 10.**

| TEMPS.                         | TEMPÉRAT.          | TEMPS.             | TEMPÉRAT.          |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 48 <sup>m</sup> 00             | 14 <sup>o</sup> 80 | 10 <sup>m</sup> 09 | 14 <sup>o</sup> 25 |
| 52-30 <sup>s</sup>             | 14,85              | 10-40              | 14,20              |
| 57-15                          | 14,80              | 11-10              | 14,20              |
| 62-28                          | 14,80              | 11-41              | 14,20              |
| 5 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup> | 14,70              | 12-11              | 14,15              |
| 5-30                           | 14,65              | 12-42              | 14,15              |
| 6-05                           | 14,60              | 13-13              | 14,10              |
| 6-40                           | 14,50              | 13-44              | 14,05              |
| 7-06                           | 14,45              | 14-16              | 14,00              |
| 7-38                           | 14,40              | 14-45              | 14,00              |
| 8-08                           | 14,40              | . .                | . .                |
| 8-40                           | 14,35              | . .                | . .                |
| 9-08                           | 14,30              | . .                | . .                |
| 9-38                           | 14,25              | 32-10              | 13,80              |

De 48 à 62 minutes 28 secondes, il passa trois bulles, à des intervalles de 5 minutes à peu près. Le vase poreux était exposé à l'air libre et, par conséquent, dans une atmosphère déjà passablement riche en vapeur d'eau. On le plaça ensuite dans le cylindre sec de grande dimension où arrivait lentement, mais régulièrement, un courant d'air desséché. Les bulles devinrent alors beaucoup plus fréquentes, et les chiffres de la colonne *temps* montrent que leur apparition (surtout après que les premières minutes furent écoulées) se faisait avec une remarquable régularité. — A 32 minutes 10 secondes, on comptait la cinquantième bulle. L'intervalle moyen séparant deux bulles successives est donc de 32<sup>s</sup>,6, et, durant toute la série, les intervalles particuliers diffèrent très peu de ce chiffre moyen. Pendant ce temps, la température a



baissé de  $14^{\circ},70$  à  $13^{\circ},80$ , dans un sens qui est bien conforme à la loi connue.

Lorsque le tube en V eut été séparé du vase poreux, ce dernier fut mis en communication avec le manomètre. La diffusion qui donnait lieu au courant dont il vient d'être question était capable de produire un excès de pression de 12 millimètres.

Dès que cette série eut été interrompue, le tube en V, conservé exactement dans la même situation, fut relié avec le haut d'une éprouvette graduée renfermant de l'eau qui pouvait s'écouler par la partie inférieure. Par l'écoulement de l'eau, il se formait une aspiration, laquelle provoquait des bulles parfaitement semblables à celles qui avaient passé durant la diffusion. Dans une première série, il passa 19 bulles pendant que 16 centimètres cubes d'eau s'écoulèrent; dans une seconde série, 39 bulles correspondirent à  $33^{\text{cc}},4$ . On déduit de là que le volume moyen d'une bulle est  $1^{\text{cc}},152$ . Les cinquante bulles comptées ci-dessus correspondent donc à  $57^{\text{cc}},60$ .

En mesurant le volume du vase poreux et en soustrayant l'espace occupé par le bouchon et par le godet rempli d'eau, on a trouvé que le volume réel était de  $86^{\text{cc}},96$ . Ainsi, l'excès de volume qui a passé de l'extérieur à l'intérieur à travers la paroi poreuse, durant 41 minutes, a fait entrer dans le vase poreux un volume de gaz égal au volume total de ce vase.

La paroi diffusante (paroi cylindrique et fond circulaire) présente une surface d'environ 146 centimètres carrés. Il est donc entré en moyenne, à travers *un* centimètre carré et durant *une* minute,  $0,015$  centimètres cubes de gaz.

Dans une seconde expérience parfaitement semblable à la précédente, mais faite avec un autre vase poreux, P, on a observé 40 bulles durant 27 minutes 15 secondes. L'intervalle moyen entre deux bulles est donc de  $39^s,4$ . Le volume moyen de chaque bulle, déterminé comme ci-dessus, a été trouvé de  $1^{cc},140$ , et, par conséquent, les 40 bulles équivalent à  $45^{cc},6$ , soit aux 54 centièmes du volume entier ( $84^{cc},32$  après déduction du bouchon et du godet) du vase poreux. Il aurait suffi que l'expérience durât 48 minutes 37 secondes pour qu'il entrât un volume gazeux égal à celui du vase. — Durant cette expérience, la température a varié de  $15^{\circ},40$  à  $15^{\circ}$ . Eprouvée au manomètre, la diffusion était capable de donner un excès de pression de  $10^{mm},5$  à 11 millimètres.

Dans un autre essai avec le poreux P, il passa, avec beaucoup de régularité, 45 bulles en 19 minutes 30 secondes, soit, en moyenne, une bulle de 25 en 25 secondes. La température était de  $20$  à  $21^{\circ}$ .

10. Ces résultats montrent quel peut être le degré d'importance de cette diffusion entre l'air sec et l'air humide dans certaines conditions déterminées. On aurait des chiffres différents en opérant à d'autres températures et avec une paroi poreuse différente.

Il est à remarquer que les bulles passaient à travers le tube en V seulement lorsque l'excès de pression avait atteint une certaine valeur  $\Delta p$ . Dans les conditions des expériences précédentes, cette valeur nécessaire  $\Delta p$  était de  $3^{mm},5$  à 4 millimètres. Or, il est certain que la diffusion est d'autant moins active que la différence de pression entre l'extérieur et l'intérieur est plus grande; elle cesse lorsque cette différence a atteint un certain maxi-

mun, qui est précisément l'indication fournie par le manomètre, lorsque cet instrument est seul relié au vase poreux fermé. Ce qui prouve, entre autres, que le courant de diffusion est plus considérable lorsque la pression est plus faible, c'est que le manomètre monte plus rapidement lorsqu'il est encore près de sa position d'équilibre, et que sa vitesse d'ascension diminue à mesure qu'il indique une plus grande différence entre l'extérieur et l'intérieur.

On est parfaitement sûr que, dans les expériences précédentes, les volumes de gaz qui sont entrés dans le vase poreux sont inférieurs à ce qui aurait passé si la différence de pression entre les deux faces de la paroi diffusante n'avait pas dû atteindre, par intermittences, 3 à 4 millimètres pour que les bulles gazeuses pussent soulever la colonne d'eau du tube en V. On peut ainsi affirmer que, entre deux masses d'air, l'une sèche et l'autre humide, séparées par une cloison poreuse, dont les pressions demeurent égales, le courant de diffusion doit être *supérieur* au chiffré qui a été obtenu dans les expériences précédentes.

Pour des températures plus hautes, la diffusion entre l'air sec et humide est capable de donner au manomètre des différences de pression qui dépassent notablement celles des dernières expériences. Dans ces conditions donc, le courant de diffusion est sûrement supérieur aux quantités mesurées ci-dessus. Il me paraît probable que ce courant doit devenir très important dans les températures élevées.

---

**11. 11<sup>e</sup> Exp.** — Le vase poreux P, vide, relié au manomètre, a été placé dans un cylindre de verre. Sa tempé-

rature était de 19°. Un tube plongeait jusqu'au fond du cylindre, et, par ce tube, je soufflai lentement l'air expiré par les poumons. Au bout de peu d'instant, le manomètre accusa une diminution de pression de 6 à 7 millimètres, comme celle qui résulte d'une diffusion sortante. Ce résultat pouvait être dû ou à la diffusion provoquée par un air plus humide à l'extérieur du vase poreux, ou à celle que peut produire l'acide carbonique de l'air expiré.

Le même essai, répété immédiatement avec un vase poreux verni à l'intérieur, donna lieu à une hausse du manomètre, occasionnée sans doute par le réchauffement de l'air expiré sans qu'il pût y avoir un phénomène de diffusion.

Le premier vase poreux fut repris et installé comme la première fois; puis je soufflai dans le cylindre de verre extérieur, mais en faisant passer le courant d'air à travers un tube à ponce sulfurique. Le manomètre accusa rapidement une hausse de 11 à 12 millimètres.

Cette expérience fut répétée plusieurs fois avec d'autres vases poreux; le résultat fut toujours le même: diminution de pression lorsque l'air était soufflé directement des poumons, mais hausse lorsque le courant se desséchait préalablement.

On a ainsi, par une expérience très simple, la preuve qu'un air plus humide autour du poreux donne lieu à une diminution de pression, quoique la température élevée de l'air expiré doive contribuer à rendre moins prononcée la baisse du manomètre.

12<sup>e</sup> Exp. — Un vase poreux, T, et un autre, M verni à l'intérieur, ont été fermés avec des bouchons que traver-

saient des tubes, puis reliés chacun à une des branches d'un tube en U renfermant une colonne d'eau et fonctionnant comme manomètre différentiel. Toute différence de pression entre l'un et l'autre vase se manifestait par un mouvement de la colonne du manomètre.

Ces deux cylindres couplés ont été d'abord placés dans un vase métallique assez grand pour les contenir, suspendus près l'un de l'autre dans son intérieur.

On a fait arriver sur le fond du vase ambiant, par le moyen d'un tube, quelques centimètres cubes d'eau à 30°. La température de l'appareil était de 15°,6. Il s'est produit immédiatement un mouvement du manomètre indiquant une pression plus faible dans T que dans M. La vapeur d'eau développée dans l'appareil devait élever la température des deux vases ; mais elle donnait lieu, en outre, à une diffusion sortante à travers les parois de M.

Une autre fois, les mêmes cylindres couplés étant installés dans le vase métallique, on a chauffé ce vase avant d'y introduire de l'eau et, par conséquent, d'y développer de la vapeur. Le manomètre a accusé alors, dans les premiers moments, un excès de pression en M. Ce fait a été vérifié bien des fois, et il est dû à ce qu'un réchauffement venant de l'extérieur se fait sentir plus promptement dans l'intérieur d'un cylindre poreux que dans un cylindre verni. Je m'en suis assuré directement en suivant des thermomètres plongés dans l'un et dans l'autre vase, soumis aux mêmes conditions ambiantes de réchauffement. — Mais si le milieu ambiant est saturé de vapeur, le phénomène de diffusion qui intervient à travers les parois du vase non verni neutralise l'effet de ce réchauffement plus rapide et donne lieu à une différence de pression en sens inverse.

Ces vases couplés se prêtent facilement à des expériences qui sont la confirmation de faits déjà reconnus précédemment. Ainsi, lorsque ces cylindres sont installés dans un vase extérieur plus grand et que le manomètre indique l'équilibre des pressions, si l'on souffle dans le vase ambiant de l'air expiré des poumons, on voit bientôt la pression dans le vase poreux devenir plus faible que dans celui qui est verni.

Si les cylindres couplés sont introduits dans un vase de verre renfermant une couche d'acide sulfurique sur le fond, l'équilibre des pressions est également détruit, et le manomètre accuse une pression plus forte dans le vase poreux que dans l'autre. — Etc.

**13<sup>e</sup> Exp.** Dans tous les essais mentionnés jusqu'ici, c'est l'acide sulfurique qui a été employé pour dessécher l'air. Il était intéressant de s'assurer si une autre matière desséchante donnerait bien lieu à des résultats semblables.

Du chlorure de calcium cristallisé a été déposé dans le fond d'un cylindre de verre, lequel a été fermé par un couvercle, puis abandonné durant une heure. Au bout de ce temps, un vase poreux a été introduit dans ce cylindre. Il s'est immédiatement manifesté la hausse connue du manomètre, correspondant à une diffusion entrante. La pression augmenta de 6 millimètres en 2 minutes. La température du vase poreux varia de 21°,20 à 21°,14.

Le cylindre de verre pourvu du chlorure de calcium ayant été écarté, la pression diminua immédiatement.

**12. 14<sup>e</sup> Exp.**—Un flacon de verre à deux tubulures a été rempli presque complètement d'acide sulfurique concentré. L'une des tubulures a été pourvue d'un petit cy-

lindre poreux renversé, de 18 millimètres de diamètre et de 32 millimètres de hauteur. Ce cylindre a été mastiqué à la tubulure par son bord libre ; le fond se trouvait donc en haut. L'autre tubulure a été fermée par un bouchon de caoutchouc traversé par un tube, et ce tube lui-même relié au manomètre.—Dans ces conditions, l'espace libre au-dessus de l'acide sulfurique, dans le flacon de verre, se trouvait en communication avec le manomètre, et était séparé de l'air ambiant par la cloison du petit vase poreux. Il devait donc se produire, à travers la cloison poreuse, une diffusion sortante, plus ou moins abondante suivant l'état hygrométrique de l'air ambiant. Par suite, la pression dans le flacon devait se maintenir toujours inférieure à la pression ambiante. C'est ce qui est effectivement arrivé. Pendant plusieurs mois, cet appareil a toujours indiqué, et indique encore, une dépression, tantôt plus, tantôt moins forte. Si, par la manœuvre du robinet à trois voies, on laisse les pressions intérieures et extérieures s'équilibrer, la différence reparait dès que la communication avec l'air libre est supprimée.

J'ai fort regretté de ne pas avoir pu établir un appareil analogue à celui-là, mais avec une plus grande surface diffusante. Il faudrait un flacon pourvu d'une large ouverture (10<sup>e</sup> de diamètre, par exemple), laquelle serait fermée par une plaque poreuse, tandis qu'une tubulure plus petite servirait à communiquer avec le manomètre. Dans ces conditions, la diffusion serait plus abondante et, en outre, les variations de la température ambiante n'auraient pas l'importance perturbatrice qu'elles avaient sur l'appareil que j'ai décrit ci-dessus, importance qui dissimulait parfois l'effet de la diffusion.

L'acide sulfurique contenu dans un pareil flacon doit

petit à petit s'enrichir d'eau à cause de la vapeur aqueuse qui passe de l'atmosphère à travers la paroi diffusante. Mais si la provision d'acide sulfurique est un peu considérable, elle suffit pour maintenir à l'état desséché, pendant assez longtemps, le volume d'air qui se trouve au-dessus de sa surface.

15° EXP. — Un autre flacon, semblable au précédent, a été aux neuf-dixièmes rempli d'eau. L'espace libre au-dessus de l'eau doit donc être toujours très humide ou saturé. L'appareil étant simplement laissé à l'air libre, lequel est toujours plus ou moins éloigné de point de saturation, il se produit un courant de diffusion entrante qui augmente la pression dans l'intérieur du flacon. Toutes les fois qu'on relie le flacon au manomètre, on constate cette pression plus grande. La différence est variable, elle est plus faible quand l'air extérieur est plus humide, et inversement. Si l'appareil est soumis à une brusque variation de température, l'effet de la température peut momentanément affaiblir ou dissimuler celui qui est dû à la diffusion; mais dans une température constante ou ne variant que peu, l'appareil offre depuis des mois une pression toujours supérieure à celle de l'air ambiant.

---

13. — Pour savoir quels sont les facteurs qui influent sur l'activité de la diffusion entre l'air sec et l'air humide et pour mesurer l'importance de ces facteurs, il faudrait pouvoir opérer dans des circonstances variées, connues et que l'on maintiendrait constantes pendant un certain temps. Je n'ai pu réaliser ces conditions que d'une manière assez imparfaite.

La connaissance exacte de la tension de la vapeur d'eau,



de part et d'autre de la cloison poreuse, est surtout difficile. Avec les moyens que j'avais à ma disposition, je ne suis pas sûr de connaître bien exactement cette tension.

Voici quelques détails sur les observations qui ont été répétées à plusieurs reprises avec deux vases poreux.

Les vases P et S ont été observés dans les conditions décrites plus haut (Exp. 4<sup>e</sup>). Ils recevaient le godet de verre à demi rempli d'eau avec la mèche de mousseline. On les abandonnait ainsi environ un quart-d'heure, puis ils étaient reliés au manomètre dont les indications étaient observées à distance avec le cathétomètre. — Il y a eu deux séries d'observations. Dans la première, les vases poreux étaient laissés à l'air libre; dans la seconde, ils étaient introduits dans le *cylindre sec*.

**14.** — Le godet d'eau suffit-il pour maintenir à l'état de saturation l'intérieur du vase poreux?... Les deux essais suivants prouvent que la saturation n'est pas atteinte.

1) On a introduit dans le vase poreux, préparé comme pour une expérience ordinaire, les deux thermomètres sec et mouillé d'un psychromètre. Les températures des deux instruments sont toujours demeurées inégales. Ces thermomètres arrivaient à un état sensiblement constant, d'où l'on pouvait déduire la tension de la vapeur et la fraction de saturation dans le cylindre poreux.

2) On a placé le cylindre poreux, accompagné du psychromètre, dans un vase suffisamment grand. Une couche de coton lâche était disposée de manière à empêcher l'air ambiant de venir facilement se mélanger à celui dans lequel était plongé le cylindre poreux et les deux thermomètres sec et mouillé. Sur le fond du vase avait été versé

une petite couche d'eau. Le manomètre auquel était relié le cylindre poreux accusa, dans les premiers moments, un excès de pression ; mais à mesure que l'espace entourant la paroi poreuse s'enrichit de vapeur d'eau, cet excès diminua. A un certain moment, il devint nul et prit ensuite une valeur négative. — Cette marche du manomètre se comprend très bien si le cylindre poreux n'est pas saturé dans son intérieur. Le moment où l'excès de pression est nul est celui où l'état d'humidité de l'air est le même à l'intérieur du vase poreux et dans l'espace qui l'environne. En suivant donc la marche simultanée du psychromètre et du manomètre, on connaîtra quelle est la tension de la vapeur et l'état hygrométrique pour lequel il y a équilibre des pressions. Il importe naturellement, dans cette expérience, que les températures indiquées par le thermomètre intérieur du vase poreux et par celui (le sec) qui plonge dans l'espace environnant soient sensiblement égales.

On trouvera dans le tableau suivant (D) les résultats obtenus dans cinq déterminations. Les trois premières ont été faites par la dernière méthode indiquée ; les deux autres, par la précédente.

Tableau D

| V A S E P         |               |      | V A S E S         |               |      |
|-------------------|---------------|------|-------------------|---------------|------|
|                   | <sup>mm</sup> |      |                   | <sup>mm</sup> |      |
| 14 <sup>0</sup> 8 | 10,1          | 0,81 | 14 <sup>0</sup> 3 | 9,7           | 0,80 |
| 14,4              | 10,0          | 0,82 | 13,1              | 9,3           | 0,83 |
| 6,5               | 5,9           | 0,82 | 17,2              | 12,9          | 0,88 |
| 12,3              | 8,9           | 0,83 | 7,4               | 6,7           | 0,87 |
| 19,0              | 14,8          | 0,91 | 14,8              | 11,0          | 0,88 |

La seconde colonne de ce tableau donne la *tension* telle qu'elle résulte des indications du psychromètre ; la troi-

sième renferme le rapport entre cette tension et celle qui correspondrait à la saturation.

Les diverses valeurs du tableau D ne sont pas fort concordantes. Il est évident que les deux méthodes qui ont servi à les obtenir donnent prise, l'une et l'autre, à des objections. Ainsi, dans la première méthode, l'introduction du thermomètre mouillé dans le cylindre poreux devient une cause d'humidification qui n'existe pas lorsque ce vase renferme seulement le godet d'eau avec mèche de mouseline. Dans la seconde méthode, l'indication fournie par le psychromètre ne représente pas bien sûrement l'état moyen de l'air qui entoure tout le vase poreux.

La valeur moyenne des rapports (3<sup>e</sup> colonne) du tableau D est 0,84 pour le vase P, et 0,85 pour le vase S. J'admettrai, dans ce qui va suivre, ces deux fractions-là pour calculer la tension de la vapeur aqueuse dans les deux vases poreux, tout en reconnaissant que les tensions ainsi calculées ne doivent être considérées que comme une approximation.

**15.** Lorsque les vases poreux sont abandonnés à l'air libre et calme, le psychromètre placé dans leur voisinage donne l'état hygrométrique de l'air ambiant.

Pour connaître l'état hygrométrique du *cylindre sec*, préparé comme il l'était toujours pour recevoir le vase poreux (§ 4), on a introduit dans son intérieur le psychromètre. L'ouverture de ce cylindre, autour des thermomètres, était garnie avec un bourrelet de coton.— Ce n'est qu'au bout d'un temps assez long (au moins vingt minutes) que le thermomètre mouillé cessait de descendre et se maintenait sensiblement constant. — Le tableau suivant, E, renferme les résultats obtenus dans six occasions

assez différentes de température. La première colonne donne les températures (th. sec); la seconde, la tension de la vapeur; la troisième, la fraction hygrométrique.

**Tableau E**

|                 |                   |      |                  |                   |      |
|-----------------|-------------------|------|------------------|-------------------|------|
| 50 <sup>1</sup> | 1,0 <sup>mm</sup> | 0,15 | 100 <sup>4</sup> | 1,5 <sup>mm</sup> | 0,16 |
| 8,1             | 1,1               | 0,14 | 12,5             | 1,8               | 0,17 |
| 10,7            | 1,6               | 0,17 | 19,4             | 2,2               | 0,13 |

D'après ces chiffres, on peut admettre, en moyenne, 0,15 comme fraction hygrométrique dans le cylindre sec.

**16.** On trouvera dans les deux tableaux suivants, S et P, les données relatives à un assez grand nombre d'observations faites avec les deux vases poreux dans diverses circonstances de température et d'état d'humidité de l'air ambiant. Les vases étaient soutenus par une pince qui saisissait le tube de communication avec le manomètre; ils étaient donc en contact avec l'air par toute leur surface externe.

La température est celle du thermomètre plongeant dans le vase poreux. Elle était sensiblement constante après quelques minutes et lorsque la pression était devenue constante également.

La colonne A renferme la tension de la vapeur dans le vase poreux, obtenue en multipliant par 0,84 ou 0,85 la tension de saturation.

La colonne B contient la tension dans l'air ambiant d'après les données du psychromètre.

La quatrième colonne contient la différence entre les tensions A et B.

La cinquième colonne, K, renferme la fraction de saturation de l'air ambiant.

On trouve, dans la sixième colonne, l'excès de pression, *exprimé en millimètres d'eau*, accusé par le manomètre.

La planche IV donne, par une représentation graphique, la liaison qui existe entre les quantités  $A - B$  et les pressions pour le vase P. — Sur l'axe horizontal sont portées des longueurs représentant les différences de tension de la vapeur d'eau sur les deux faces de la paroi poreuse ( $A - B$ ). Parallèlement à l'axe vertical sont portées des longueurs qui représentent les pressions pour ces diverses différences.

(Tableaux P et S, pages 39 et 40)

Les deux tableaux S' et P' renferment les mêmes indications que les précédents, mais ils se rapportent au cas où les vases poreux étaient plongés dans le *cylindre sec*.

La colonne B renferme la tension dans le cylindre sec, obtenue en multipliant par 0,15 celle qui correspond à la saturation pour la température de l'expérience, c'est-à-dire la température à laquelle s'arrêtait le thermomètre après avoir généralement un peu baissé.

On trouvera dans la planche V une représentation graphique des résultats du tableau P'. L'axe horizontal est celui des différences de tension  $A - B$ ; l'axe vertical est celui des pressions correspondantes.

(Tableaux P' et S', page 41)

P

| N° | Températ. | A                 | B                 | A - B             | K    | Pression          | Calcajs           |
|----|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|------|-------------------|-------------------|
| 1  | 3,8       | <sup>mm</sup> 5,0 | <sup>mm</sup> 4,2 | <sup>mm</sup> 0,8 | 0,70 | <sup>mm</sup> 1,2 | <sup>mm</sup> 0,9 |
| 2  | 5,0       | 5,5               | 4,8               | 0,7               | 0,74 | 1,1               | 0,8               |
| 3  | 10,8      | 8,1               | 8,1               | 0,0               | 0,85 | 1,6               | —                 |
| 4  | 14,6      | 10,4              | 7,1               | 3,3               | 0,57 | 4,0               | 3,6               |
| 5  | 7,0       | 6,3               | 4,0               | 2,3               | 0,53 | 2,8               | 2,6               |
| 6  | 8,5       | 7,0               | 5,3               | 1,7               | 0,64 | 2,2               | 1,9               |
| 7  | 4,6       | 5,4               | 4,0               | 1,4               | 0,60 | 1,7               | 1,5               |
| 8  | 6,4       | 6,0               | 4,7               | 1,3               | 0,64 | 1,7               | 1,4               |
| 9  | 4,0       | 5,1               | 4,0               | 1,1               | 0,65 | 1,2               | 1,2               |
| 10 | 16,2      | 11,6              | 7,6               | 4,0               | 0,55 | 4,1               | 4,4               |
| 11 | 5,2       | 5,5               | 4,6               | 0,9               | 0,69 | 0,9               | 1,0               |
| 12 | 9,5       | 7,4               | 5,5               | 1,9               | 0,61 | 2,1               | 2,1               |
| 13 | 12,8      | 9,2               | 7,2               | 2,0               | 0,66 | 2,4               | 2,2               |
| 14 | 19,9      | 14,5              | 9,9               | 4,6               | 0,57 | 5,2               | 5,1               |
| 15 | 13,6      | 9,7               | 7,1               | 2,6               | 0,61 | 3,0               | 2,9               |
| 16 | 12,4      | 9,0               | 6,6               | 2,4               | 0,66 | 2,5               | 2,6               |
| 17 | 18,8      | 13,5              | 10,4              | 3,1               | 0,61 | 3,4               | 3,4               |
| 18 | 21,6      | 16,1              | 15,0              | 1,1               | 0,77 | 1,1               | 1,2               |
| 19 | 10,8      | 8,1               | 5,7               | 2,4               | 0,58 | 2,0               | 2,6               |
| 20 | 15,9      | 11,3              | 8,6               | 2,7               | 0,62 | 2,7               | 3,0               |

## S

| N <sup>o</sup> | Températ. | A                 | B                 | A - B             | K    | Pression          | Calculé           |
|----------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|------|-------------------|-------------------|
| 1              | 1,4       | <sup>mm</sup> 4,3 | <sup>mm</sup> 3,4 | <sup>mm</sup> 0,9 | 0,66 | <sup>mm</sup> 1,1 | <sup>mm</sup> 1,0 |
| 2              | 3,4       | 5,0               | 4,2               | 0,8               | 0,71 | 1,2               | 0,9               |
| 3              | 4,9       | 5,5               | 4,9               | 0,6               | 0,75 | 1,2               | 0,7               |
| 4              | 10,6      | 8,1               | 8,0               | 0,1               | 0,84 | 2,0               | —                 |
| 5              | 11,4      | 8,6               | 6,7               | 1,9               | 0,65 | 2,1               | 2,2               |
| 6              | 7,1       | 6,4               | 3,5               | 2,9               | 0,47 | 3,3               | 3,3               |
| 7              | 15,7      | 11,3              | 7,7               | 3,6               | 0,58 | 3,3               | 4,1               |
| 8              | 5,0       | 5,5               | 4,2               | 1,3               | 0,63 | 1,8               | 1,5               |
| 9              | 6,7       | 6,2               | 4,8               | 1,4               | 0,64 | 2,0               | 1,6               |
| 10             | 4,2       | 5,3               | 3,9               | 1,4               | 0,62 | 1,4               | 1,6               |
| 11             | 16,0      | 11,5              | 7,6               | 3,9               | 0,54 | 4,3               | 4,4               |
| 12             | 5,4       | 5,7               | 4,8               | 0,9               | 0,70 | 0,9               | 1,0               |
| 13             | 9,8       | 7,6               | 5,7               | 1,9               | 0,63 | 2,3               | 2,1               |
| 14             | 12,6      | 9,3               | 7,2               | 2,1               | 0,66 | 2,5               | 2,4               |
| 15             | 19,8      | 14,6              | 10,0              | 4,6               | 0,57 | 5,1               | 5,2               |
| 16             | 13,5      | 9,8               | 7,1               | 2,7               | 0,61 | 3,4               | 3,1               |
| 17             | 12,3      | 9,1               | 6,7               | 2,4               | 0,62 | 2,4               | 2,7               |
| 18             | 18,4      | 13,3              | 9,9               | 3,4               | 0,58 | 3,3               | 3,9               |
| 19             | 19,2      | 14,0              | 10,3              | 3,7               | 0,60 | 3,6               | 4,1               |
| 20             | 21,4      | 16,1              | 14,8              | 1,3               | 0,76 | 1,2               | 1,5               |
| 21             | 15,9      | 11,4              | 8,5               | 2,9               | 0,62 | 3,0               | 3,3               |
| 22             | 19,6      | 14,4              | 10,2              | 4,2               | 0,59 | 4,0               | 4,7               |

P'

| N° | Températ. | A    | B   | A - B | Pression | Calculé |
|----|-----------|------|-----|-------|----------|---------|
|    |           | mm   | mm  | mm    | mm       | mm      |
| 1  | 200       | 4,5  | 0,8 | 3,7   | 6,6      | 6,8     |
| 2  | 4,7       | 5,4  | 1,0 | 4,4   | 6,3      | 8,1     |
| 3  | 5,4       | 5,6  | 1,0 | 4,6   | 9,3      | 8,4     |
| 4  | 10,6      | 8,0  | 1,4 | 6,6   | 13,7     | 12,1    |
| 5  | 5,0       | 5,8  | 1,0 | 4,8   | 7,9      | 8,8     |
| 6  | 8,8       | 7,1  | 1,3 | 5,8   | 10,9     | 10,6    |
| 7  | 10,8      | 8,0  | 1,5 | 6,5   | 12,5     | 11,9    |
| 8  | 14,4      | 10,2 | 1,8 | 8,4   | 15,3     | 15,4    |
| 9  | 19,7      | 14,4 | 2,6 | 11,8  | 21,3     | 21,6    |
| 10 | 13,6      | 9,7  | 1,7 | 8,0   | 14,3     | 14,6    |
| 11 | 19,2      | 13,9 | 2,5 | 11,4  | 20,6     | 20,6    |
| 12 | 21,5      | 16,0 | 2,9 | 13,1  | 25,2     | 24,0    |
| 13 | 16,9      | 12,0 | 2,1 | 9,9   | 18,4     | 18,1    |
| 14 | 21,0      | 15,4 | 2,8 | 12,6  | 23,7     | 23,1    |

S'

| N° | Températ. | A    | B   | A - B | Pression | Calculé |
|----|-----------|------|-----|-------|----------|---------|
|    |           | mm   | mm  | mm    | mm       | mm      |
| 1  | 201       | 4,5  | 0,8 | 3,7   | 6,4      | 6,1     |
| 2  | 5,3       | 5,7  | 1,0 | 4,7   | 8,7      | 7,8     |
| 3  | 6,1       | 5,9  | 1,0 | 4,9   | 7,5      | 8,1     |
| 4  | 10,5      | 8,1  | 1,4 | 6,7   | 10,7     | 11,1    |
| 5  | 4,9       | 5,5  | 1,0 | 4,5   | 7,9      | 7,4     |
| 6  | 15,7      | 11,3 | 2,0 | 9,3   | 15,8     | 15,3    |
| 7  | 8,1       | 6,9  | 1,2 | 5,7   | 9,7      | 9,4     |
| 8  | 10,6      | 8,1  | 1,4 | 6,7   | 11,8     | 11,1    |
| 9  | 15,4      | 11,0 | 1,9 | 9,1   | 14,1     | 15,0    |
| 10 | 19,7      | 14,6 | 2,6 | 12,0  | 19,7     | 19,8    |
| 11 | 12,9      | 9,4  | 1,7 | 7,7   | 14,0     | 12,7    |
| 12 | 19,2      | 14,0 | 2,5 | 11,5  | 18,3     | 18,9    |
| 13 | 21,8      | 16,5 | 3,0 | 13,5  | 24,6     | 22,3    |
| 14 | 20,7      | 15,5 | 2,7 | 12,8  | 22,1     | 21,1    |



**17.** L'examen des tableaux précédents, ainsi que des planches IV et V conduit aux remarques et aux considérations suivantes :

Si l'on compare les unes aux autres les observations isolées, on trouve des irrégularités et des anomalies assez nombreuses. Le n° 3 (tableau P) a une différence de pression de  $1^{\text{mm}},6$ , quoique le calcul donne un état hygrométrique égal dans le vase poreux et à l'extérieur. Le n° 19 a une pression plus faible que le n° 6, quoique, dans ce dernier, la différence d'état hygrométrique entre les deux faces de la paroi poreuse soit moins considérable.

Même irrégularité entre les n°s 1 et 2, puis 3 et 5 du tableau P' ; de même, entre 2 et 3 du tableau S', etc. Ces anomalies ne proviennent pas toutes, je le crois, d'erreurs faites au moment de l'observation ; elles tiennent aussi à la méthode même qui a été employée pour déterminer la tension dans le vase poreux et dans le cylindre sec. Le calcul qui fournit cette tension s'appuie sur des moyennes (les facteurs 0,84 ou 0,85 et 0,15), et le résultat qu'il fournit peut différer sans doute d'une manière assez forte des vraies conditions de telle ou telle expérience isolée. Ces anomalies montrent assez que les résultats indiqués dans les tableaux ne peuvent pas être considérés comme ayant, chacun pris à part, une exactitude très avancée.

Quelle est l'influence *directe* de la *température* sur l'activité de la diffusion ? Il suffit de jeter les yeux sur les tableaux précédents pour voir que cette influence directe doit être faible ou nulle. On voit les mêmes excès de pression, ou à peu près, correspondre à des températures très différentes (Ex. : n°s 5, 13 et 15, ou n°s 1, 2, 18 du tableau P ; — n°s 5 et 9, ou 1, 2, 3 et 20, ou 6, 7 et 16

du tableau S). On voit des températures plus élevées correspondre tantôt à un excès de pression plus grand, tantôt à un excès moins grand (Ex. : nos 7 et 15, puis 7 et 20, ou bien 21 et 22, puis 11 et 18 du tableau S ; — nos 6 et 18, puis 6 et 14 du tableau P). On voit une température à peu près la même correspondre à des excès de pression fort différents (Ex. : nos 14, 17 et 18, ou bien 10 et 20 du tableau P ; — nos 3, 8, 12 du tableau S).

Dans les tableaux P' et S', la relation assez suivie qui existe entre les températures et les pressions provient de ce que l'atmosphère ambiante étant très sèche, les différences d'état hygrométrique de part et d'autre de la cloison poreuse augmentent et diminuent avec le chiffre de la température.

Quelle est l'influence de l'état hygrométrique, soit *fraction de saturation*, du milieu dans lequel est plongé le vase poreux ?

En parcourant les tableaux P et S, on voit immédiatement que des fractions de saturation égales correspondent à des différences de pression très diverses, et que l'inégalité des fractions de saturation ne correspond pas à une inégalité semblable des excès de pression. Dans les tableaux S' et P', des excès de pression très différents correspondent à une fraction de saturation toujours à peu près la même de l'espace qui entoure les vases poreux.

Quelle est l'influence de la *tension de la vapeur* sur les deux faces de la paroi poreuse ?... Toutes les expériences décrites dans ce mémoire paraissent indiquer que les différences de pression produites par la diffusion dépendent principalement de la différence entre la tension (et par conséquent la quantité) de la vapeur aqueuse de part et

d'autre de la cloison diffusante. Les tableaux P et S, ainsi que P' et S', montrent que (à part quelques anomalies) les excès de pression varient en même temps et dans le même sens que les différences A — B.

Les planches IV et V montrent aussi, malgré les irrégularités des observations isolées, que les différences de pression sont d'autant plus grandes que les différences de tension sont plus considérables. Si l'on essaie de tracer une ligne autour de laquelle les observations isolées soient distribuées à peu près également, on obtient une ligne droite dont l'inclinaison fournit le rapport moyen qu'il y a entre les excès de pression et les différences A — B.

D'après la planche IV, je trouve pour rapport moyen s'appliquant aux observations du tableau P, 1,19, et d'après la planche V, 1,83 s'appliquant au tableau P'. Ces deux valeurs moyennes ont servi à calculer les nombres renfermés dans les deux dernières colonnes de ces tableaux.

Les chiffres de S et de S', aussi représentés graphiquement, donnent une série de points distribués d'une manière semblable à ce qui se voit dans les planches IV et V. En traçant une ligne moyenne, on obtient aussi une ligne droite. L'inclinaison de cette ligne donne 1,14 pour le rapport entre les excès de pression et les différences A — B des nombres du tableau S, et 1,65 pour ceux du tableau S'. C'est en admettant ces rapports qu'ont été calculés les nombres des dernières colonnes des tableaux S et S'.

Si, d'une part, l'on tient compte de ce fait que, dans chaque observation isolée, les vraies différences de tension de part et d'autre de la cloison poreuse ne sont pas exac-

tement connues, et que les nombres inscrits dans la colonne A — B ne sont que des valeurs approchées ; si, d'une autre part, on considère l'ensemble des observations telles qu'elles sont distribuées sur les planches IV et V, et l'accord général, approximatif, qui existe entre les chiffres des deux dernières colonnes (pression observée et pression calculée) des tableaux P et S, P' et S', — on admettra que la différence d'état d'humidité de l'air des deux côtés de la paroi poreuse est évidemment le facteur le plus important qui influe sur l'activité de la diffusion, et que cette activité (estimée par le manomètre) est à peu près proportionnelle à la différence des tensions de la vapeur aqueuse.

**18.** La loi approximative de proportionnalité, qui se manifeste dans les tableaux P et S ou P' et S' pris à part, ne se maintient plus lorsque l'on compare les observations où les vases poreux étaient à l'air libre avec celles où les mêmes vases étaient dans le *cylindre sec*. — On voit immédiatement que, dans les dernières, les excès de pression sont plus grands que dans les premières pour une même différence A — B.

Cette discordance peut provenir des différences considérables de conditions dans les deux séries, et elle s'explique peut-être suffisamment par là.

La méthode qui a fourni le chiffre moyen 0,15 pour fraction hygrométrique du cylindre sec ne garantit pas que ce chiffre continue à être exact quand c'est le vase poreux qui plonge dans ce cylindre, au lieu des deux thermomètres du psychromètre, lesquels y demeuraient, pour arriver à l'état constant, bien plus longtemps que le vase poreux.

Lorsque le vase poreux est exposé à l'air libre, la couche gazeuse qui est immédiatement en contact avec lui est probablement plus humide que l'air à une certaine distance, et les indications du psychromètre ne fournissent peut-être pas bien exactement l'état d'humidité de la couche très voisine de la cloison poreuse. Ce qui suggère cette supposition, c'est que l'agitation de l'air autour du vase à diffusion augmente généralement un peu la différence de pression accusée par le manomètre.

Je crois aussi que les deux méthodes qui ont conduit aux facteurs 0,84 et 0,85 contribuent à rendre le vase poreux plus humide qu'il ne l'est lors d'une observation ordinaire.

Quoi qu'il en soit, cette discordance entre les tableaux P et P' et S et S', au point de vue de la proportionnalité, est assez forte pour laisser des doutes sur sa vraie cause, et l'étude doit en être reprise.

Il faudrait avoir des séries intermédiaires entre celles des tableaux P et P' ou S et S', c'est-à-dire des séries correspondant à des fractions hygrométriques intermédiaires entre 0,15 et 0,60. Je n'ai pas pu, jusqu'ici, réaliser d'une manière satisfaisante, autour du cylindre poreux, des conditions assez constantes, connues au point de vue hygrométrique, et un peu plus humides que cette grande sécheresse fournie par le cylindre à parois baignées d'acide sulfurique.— Il faudrait pouvoir profiter de certains jours où l'atmosphère libre est naturellement fort sèche; mais je n'ai pas pu, durant la dernière saison, saisir des moments convenables.

**19.** Les détails renfermés dans ces dernières pages, sur

l'activité de la diffusion entre l'air plus sec et l'air plus humide, peuvent se résumer de la manière suivante :

1) L'activité de la diffusion ne dépend pas ou ne dépend que très peu d'une influence *directe* de la *température*. La température influe d'une manière indirecte, parce qu'elle permet des différences de tension de vapeur plus ou moins grandes des deux côtés de la cloison poreuse.

2) Lorsque l'on compare des observations faites à des températures différentes, on trouve que l'activité de la diffusion ne dépend pas ou ne dépend que peu de la *fraction de saturation*.

3) L'activité de la diffusion dépend principalement de la *différence entre les tensions ou les quantités de la vapeur d'eau de part et d'autre de la cloison poreuse*. Elle est à peu près proportionnelle à cette différence.—Il suit de là que si l'on compare des observations faites à une même température, l'activité de la diffusion dépend de la fraction de saturation.

Ces conclusions ne se rapportent qu'aux observations faites avec la même paroi poreuse. De nouvelles recherches montreront si elles se maintiennent pour des températures plus élevées ou plus basses et avec d'autres substances poreuses que celles des expériences décrites plus haut. De nouvelles recherches également montreront quelle peut être l'influence de l'étendue de la paroi diffusante, de son épaisseur, etc.

---

**20.** Dans tous les essais précédemment rapportés, les vases de terre poreuse seuls ont été employés. Les quelques expériences que j'ai tentées jusqu'ici avec d'autres

substances sont trop peu nombreuses et encore trop incomplètes pour qu'elles méritent d'être discutées avec détail. Voici seulement quelques indications :

J'ai collé un disque de papier sur la large ouverture d'un entonnoir. Une mèche mouillée suspendue dans l'intérieur (sans toucher le papier) y maintenait une atmosphère humide. Le col de l'entonnoir étant relié au manomètre à eau, j'ai pu constater que le manomètre a accusé un accroissement permanent de pression lorsque l'entonnoir était placé dans de l'air sec. Les résultats ont toujours été faibles, dépassant cependant parfois (température de 19° ; papier fin, luisant) un millimètre d'eau. Certains papiers (entre autres du papier à filtrer et un papier-carton assez épais) n'ont donné que des résultats nuls ou douteux.

Des œufs ont été vidés par une petite ouverture pratiquée à l'une des extrémités du grand axe, puis séchés. J'ai fixé ensuite à chaque œuf, avec de la cire, un tube plongeant à travers l'ouverture. Par ce tube, une mèche mouillée arrivait dans la cavité vide et y entretenait une atmosphère humide. Le tube enfin était relié au manomètre. On pouvait donc suivre les variations de pression de l'intérieur de l'œuf. Plongés dans le cylindre sec, deux œufs sur trois m'ont nettement donné un excès de pression qui me paraît être dû à la diffusion. Si on laissait l'excès de pression disparaître, en établissant une communication avec l'air extérieur, on le voyait se reproduire et reprendre sensiblement la même valeur dès que la communication était supprimée. Lorsque les œufs étaient plongés dans de l'air humide, il n'y avait plus de différence de pression.

L'entonnoir pourvu d'un disque de papier et les œufs ont souvent donné lieu, au moment où on les plongeait dans le cylindre sec ou au moment où on les en retirait, à une variation brusque de la pression (de 1 à 4 millimètres), variation qui disparaissait bientôt et qui était manifestement tout autre que celle qui se maintenait ensuite et que je suppose produite par une diffusion inégale. Il est probable que la substance même de la coque de l'œuf subit un rapide changement de volume au contact d'un air très sec ou au retour dans un air plus humide. Le papier, qui n'était pas absolument tendu sur les bords de l'entonnoir, subissait probablement, sous la même influence, un accroissement brusque ou une diminution de tension qui faisaient varier un peu le volume intérieur de l'entonnoir.

Il est bien connu que le papier donne lieu à une diffusion entre des gaz différents. La diffusion est également très prononcée entre l'air sec et l'air chargé de vapeurs d'éther, d'alcool, etc. — Les œufs vides et pourvus d'un tube dont il vient d'être question, m'ont également fourni une diffusion très sensible dans les mêmes conditions qu'une paroi poreuse ordinaire. Un œuf ainsi préparé, et relié au manomètre à eau, est un vase qui montre fort bien la diffusion inégale entre l'air d'une part et l'air mélangé d'hydrogène, de gaz d'éclairage, d'acide carbonique d'autre part.

**21.** La diffusion qui se produit entre deux masses d'air à des états hygrométriques différents conduit assez naturellement à la pensée d'utiliser ce phénomène pour mesurer l'état hygrométrique de l'atmosphère libre à un moment donné.



Plusieurs des expériences décrites plus haut semblent pouvoir se prêter à cette détermination. Ainsi, on peut se figurer un vase poreux comme celui de l'expérience 4<sup>e</sup>, maintenu saturé dans son intérieur, et qui serait relié à un manomètre au moment où l'on voudrait faire une observation. L'accroissement de pression qui se produirait dépend, on l'a vu, de la tension de la vapeur aqueuse dans l'air ambiant. — On pourrait aussi employer un grand vase rempli d'acide sulfurique, dont une large ouverture serait fermée par une plaque poreuse, et qui, par une tubulure convenable, serait relié au manomètre. Il y aurait une diminution de pression d'autant plus grande que l'air ambiant contiendrait une plus grande quantité de vapeur d'eau. Afin d'éviter que l'acide sulfurique s'hydratât trop rapidement, l'appareil devrait posséder un couvercle qui protégerait la cloison poreuse et que l'on enlèverait seulement au moment de faire une observation. — On peut imaginer aussi que deux cylindres, l'un poreux avec de l'air saturé et l'autre imperméable, mais de même dimension que le premier, seraient placés près l'un de l'autre, à l'air libre et communiqueraient chacun avec une des branches du manomètre différentiel. (Voir Exp. 12<sup>e</sup>). Le manomètre accuserait, du côté du vase poreux, un excès de pression dépendant de la quantité de vapeur existante dans l'air. Dans ce dernier appareil, les variations de température de l'air, agissant sur les deux vases simultanément, laisseraient intact le manomètre, lequel indiquerait seulement la différence de pression provenant de la vapeur d'eau.

Je crois d'ailleurs que, même avec une disposition où un vase poreux seul serait employé, les changements de température de l'air ne seraient pas un empêchement. Ces

changements ne sont pas assez brusques pour que la modification qui en résulte dans la tension de l'air du vase ne soit pas constamment annulée par la porosité même des parois. Ces variations de tension, dues aux variations de température, prendraient de l'importance seulement dans le cas où la paroi diffusante serait d'une trop petite étendue relativement au volume intérieur du vase.

Mais pour que les faits dont il est ici question puissent être le principe d'un hygromètre nouveau, il faut que l'on connaisse exactement la loi qui relie la variation de pression avec la différence d'état hygrométrique de part et d'autre de la cloison poreuse ; puis que l'on sache éliminer les causes qui ont produit les irrégularités dont il a été question plus haut. Il serait désirable aussi que l'on eût des cloisons poreuses donnant des différences de pression plus grandes que celles qui se produisaient avec mes appareils, surtout lorsque la température est basse et qu'il y a, par conséquent, peu de différence entre la tension de la vapeur de part et d'autre de la paroi diffusante.

Cette question d'un *hygromètre à diffusion* se présente ici comme une application possible des phénomènes étudiés dans les pages précédentes ; mais les essais que j'ai tentés dans cette direction sont encore trop imparfaits pour que j'insiste davantage.

**22.** Lorsque l'une des faces de la cloison diffusante est en contact avec de l'air et l'autre avec un mélange d'air et d'un gaz plus léger, le courant le plus abondant se produit de la seconde à la première.

Les faits dont il a été question dans ce mémoire parais-

sent une exception à cette règle, et pourtant ils présentent tous les caractères de véritables phénomènes de diffusion : il y a simultanément deux courants inverses à travers la cloison poreuse et un de ces courants est plus abondant que l'autre. — La vapeur d'eau est plus légère que l'air, et, à tension égale, de l'air sec est plus dense que le même air mélangé de vapeur. Le courant le plus abondant se fait donc ici du gaz plus dense à celui qui est plus léger.

En revanche, on peut remarquer que la vapeur d'eau mélangée à l'air donne lieu au même sens de plus grande diffusion que celui qui s'observe quand il s'agit de la plupart et peut-être de toutes les vapeurs.—En plaçant dans le godet de verre que renferme le vase poreux (Exp. 4<sup>e</sup>) de l'alcool, du chloroforme, de la benzine, du sulfure de carbone, etc., on obtient une diffusion de l'air extérieur vers l'intérieur chargé de vapeur, comme cela s'observe quand le godet contient de l'eau. Il est vrai que toutes ces vapeurs sont plus denses que l'air et que les faits auxquels elles donnent lieu rentrent donc dans la loi générale (\*).

(\*) Lorsqu'une cloison de terre poreuse sépare de l'air ordinaire et de l'air chargé de diverses vapeurs, il se produit, à travers la cloison, deux courants inégaux de diffusion. L'inégalité est d'autant plus prononcée que la vapeur est plus abondante d'un des côtés de la paroi.

Ce fait pourrait, je crois, servir utilement de base à une étude de la rapidité avec laquelle les vapeurs se répandent dans l'air libre. Si l'on prend, par exemple, un petit vase poreux, comme ceux qui servaient à l'origine dans certaines piles télégraphiques, volume de 8<sup>cc</sup>, (ou, ce qui vaudrait encore mieux, un petit entonnoir fermé par un disque de terre poreuse), qu'on le ferme avec un bouchon traversé par un tube relié à un manomètre, on aura un appareil qui peut servir à explorer la richesse en





**23.** Je ferai remarquer, en terminant, que la diffusion inégale entre des masses d'air à des états hygrométriques différents se produit probablement dans un grand nombre de circonstances. Elle doit, suivant les cas, donner lieu à des différences de pression de part et d'autre des parois poreuses ou à un courant dirigé du côté plus sec vers celui qui est plus humide.

Ces phénomènes se produisent peut-être sur une grande échelle dans la nature et entre autres à la surface de contact des végétaux et de l'air libre. (Voir une note récente de M. Merget ; *Comptes-Rendus* du 22 décembre 1873.) Il est également probable qu'ils interviennent dans diverses opérations scientifiques et industrielles.

vapeur d'éther, d'alcool, etc., de l'air libre. Si l'on approche ce petit vase d'une capsule qui contienne de l'éther, le manomètre accusera une différence de pression d'autant plus grande que l'on se sera approché davantage de la capsule. Si l'éther a été versé au fond d'une longue éprouvette, on s'apercevra d'une façon intéressante, au manomètre, de la richesse plus ou moins grande en vapeur d'éther des couches plus ou moins rapprochées du fond. En répétant les essais, on verra combien il faut de temps pour que la vapeur d'éther commence à donner une diffusion sensible, à cinq, dix, quinze centimètres, etc., du fond.

L'étude de la rapidité de la diffusion des vapeurs dans l'air libre, au moins des vapeurs incolores, est extrêmement difficile et je crois que l'emploi d'un petit appareil à paroi poreuse, d'une sorte d'*explorateur par diffusion*, pourrait fournir des données sur ce sujet encore bien peu connu.



# TABLEAU DES TERRAINS SÉDIMENTAIRES

qui représentent les Epoques de la Phase organique

par

**E. Renevier**, professeur.

(Tabl. I à IX).

---

## TEXTE EXPLICATIF.

---

Depuis plusieurs années, j'éprouvais le besoin, pour mon enseignement, d'un tableau visible à distance, représentant l'échelle des terrains géologiques, avec la nomenclature moderne et les diverses subdivisions qui résultent des travaux récents. Des collègues, chargés de l'enseignement d'autres branches scientifiques, m'ont demandé à plusieurs reprises de publier quelque résumé, qui leur permit de se reconnaître au milieu du dédale de la synonymie géologique. Mais un semblable travail était entouré de difficultés de plusieurs genres, matérielles aussi bien que scientifiques, et, après l'avoir mis sur le chantier, j'ai été plus d'une fois sur le point de l'abandonner.

Lorsqu'enfin je suis arrivé à concevoir mon tableau sous sa forme actuelle, j'ai pensé qu'il pourrait rendre

des services dans une sphère plus étendue que celle de l'Académie de Lausanne, et je me suis adressé à la *Société vaudoise des sciences naturelles*, qui, malgré les dimensions un peu gigantesques des feuilles, a bien voulu les publier dans son Bulletin, et me faciliter ainsi le côté matériel de l'entreprise.

Je me suis appliqué à rendre ce résumé de la géologie stratigraphique et paléontologique aussi complet et aussi exact qu'il m'était possible, et pour cela j'ai consulté et comparé un très grand nombre de publications, soit générales, soit monographiques, corrigeant et complétant jusqu'au moment de l'impression de chaque tableau.

**Couleurs.** — L'idée n'est pas nouvelle d'employer les couleurs dans un tableau des terrains, pour rendre plus sensibles les subdivisions géologiques, mais je ne crois pas qu'elle ait encore été réalisée sous cette forme, ni dans des conditions aussi favorables.

La *Commission géologique fédérale*, qui dirige la publication des cartes géologiques suisses, pour donner de l'unité à son travail, a choisi un certain nombre de couleurs fondamentales pour représenter les grandes subdivisions des terrains. Comme mon tableau servira surtout en Suisse, je n'ai pas hésité à adopter les mêmes couleurs conventionnelles, que j'espère ainsi contribuer à populariser. Si l'on pouvait s'entendre entre géologues suisses pour admettre unanimement ces couleurs, et mieux encore, si une telle convention pouvait se généraliser en Europe, l'intelligence des cartes et coupes géologiques deviendrait beaucoup plus facile, et l'étude de la géologie serait par là bien simplifiée. Je m'esti-



merais heureux si mon travail pouvait contribuer à réaliser ce progrès. <sup>(1)</sup>

Je dois pourtant ajouter une observation au sujet des terrains paléozoïques, qui ne sont guère représentés en Suisse que par le Carbonifère. Le gris foncé, adopté par la commission fédérale pour ce dernier terrain, m'a servi tout naturellement pour les terrains paléozoïques supérieurs, que pour des raisons paléontologiques je réunissais en une seule période. Quant aux terrains paléozoïques inférieurs, pour lesquels je n'avais aucune couleur conventionnelle, je les ai imprimés sur papier rose, dans l'idée qu'une partie au moins de ces terrains sont probablement représentés par nos gneiss et autres schistes cristallins, auxquels la convention fédérale attribue plus spécialement la teinte rose.

**Hierarchie des subdivisions.** — Il serait aussi fort utile que l'on pût s'entendre entre géologues, pour fixer, par une convention unique la valeur des termes hiérarchiques; j'entends par là les termes qui indiquent des subdivisions d'ordre différent. En zoologie, en botanique, on a une série de termes hiérarchiques, qu'il n'est jamais permis d'intervertir. L'Embranchement se divise toujours en Classes, la Classe en Ordres, l'Ordre en Familles, celle-ci en Genres, le Genre en Espèces; on peut suivant les besoins, supprimer un de ces termes ou ajouter des jalons intermédiaires (Sous-Classes, Sous-Ordres, Tribus), mais la série est invariable, et il ne viendrait à

<sup>(1)</sup> En même temps que mes tableaux j'ai fait imprimer, sur papiers de mêmes couleurs, des étiquettes pour le Musée de Lausanne. Si cet exemple était suivi ce serait aussi un moyen de fixer dans les esprits le sens des couleurs conventionnelles.

l'esprit d'aucun naturaliste d'en intervertir les termes, et de diviser, par exemple, un Ordre en Classes. Pourquoi n'avons nous rien de semblable en géologie ? Pourquoi les termes de Système, Etage, Groupe, etc., au point de vue statigraphique, et ceux de Ere, Période, Epoque, etc., au point de vue chronologique, n'ont-ils pas une valeur hiérarchique fixe ! L'un subdivise le Système en Etages, un autre l'Etage en Systèmes. Suivant les goûts, la même subdivision est nommée tantôt Période, tantôt Epoque. Mieux encore, cette bigarrure a pu se rencontrer aux différentes pages d'un même ouvrage ou dans les différents travaux d'un même auteur.

Aucune convention n'existant sur ce point, j'ai dû m'en faire une en fixant la valeur des termes hiérarchiques d'après ce qui m'a paru le plus rationnel et le plus conforme à l'usage. Selon les observations, déjà anciennes, de M. d'Omalius d'Halloy, que je trouve très justes, je n'ai point employé, comme termes hiérarchiques les mots de *Terrain* et *Formation*. Je réserve le premier pour désigner une subdivision quelconque, grande ou petite, comme le mot de Type en zoologie ; et le second pour désigner le *mode* de formation (terrestre, marine, etc.).

Je distingue 4 ordres de subdivisions, auxquelles j'applique les termes hiérarchiques suivants :

- 3 divisions de 1<sup>er</sup> ordre, dites ERES ;
- 10 subdivis. de 2<sup>e</sup> ordre, » PÉRIODES ;
- 29 subdivis. de 3<sup>e</sup> ordre, » EPOQUES ou SYSTÈMES ;
- 79 subdivis. de 4<sup>e</sup> ordre, » AGES ou ETAGES.

Malheureusement, les étages d'Alcide d'Orbigny, si généralement admis en France et en Suisse, correspondent plutôt à mes subdivisions de 3<sup>e</sup> ordre, lesquelles sont très

souvent aussi, et de date plus ancienne, appelées systèmes (Système dévonien, etc.). D'autre part, l'usage me paraît se répandre de plus en plus, de réserver le nom d'étages à des subdivisions plus petites et moins complexes. C'est ce que fait M. K. Mayer, et avec lui beaucoup d'auteurs allemands. En France, les deux méthodes ont leurs partisans, car si d'une part, M. Hébert nomme, comme d'Orbigny, étages, les subdivisions des périodes et sous-étages les subdivisions d'ordre inférieur (Bull. géol. 2<sup>e</sup> S. XXIV, p. 372 et 374), d'autre part, d'Archiac appelait groupes les étages de d'Orbigny, et étages ce que M. Hébert nomme sous-étages (Progrès de la Géol. IV, p. 3, V, p. 610 bis).

Je voudrais réussir à persuader mes confrères de l'absolue nécessité d'adopter une terminologie hiérarchique uniforme. Pour cela il faudrait que chacun fût prêt à faire le sacrifice des habitudes prises, et pour ma part, je me déclare disposé à renoncer à tout ou partie de ma terminologie, si l'on parvenait à s'entendre pour établir une convention, de nature à être généralement admise.

**Nomenclature.** — J'ai adopté d'une manière générale le système de nomenclature moderne, qui consiste à donner aux subdivisions géologiques des *noms univoques* à terminaison similaire. Je rejette, par conséquent de la nomenclature systématique générale, toutes les dénominations pétrographiques, lesquelles ne peuvent avoir, à mes yeux, qu'une valeur locale ou régionale. Mais, tout en poursuivant ce principe, j'ai cherché à innover le moins possible. Partout où j'ai trouvé une dénomination univoque déjà introduite, je l'ai conservée, lors même

qu'elle n'avait pas la terminaison similaire (ex : Gault, Culm, etc.).

Lorsqu'un système ou étage avait reçu plusieurs noms, j'ai comme de juste, conservé le plus ancien, pourvu qu'il fût clairement établi et n'eût pas d'inconvénient grave.

En thèse générale, j'estime plus rationnel, de baser la nomenclature géologique sur des noms géographiques, empruntés à des gisements classiques bien étudiés (Astien, Purbeckien, Hettangien) ; mais je n'ai pas voulu être systématique à l'excès, et j'ai adopté tous les noms semblables, quelle que fût leur origine ; qu'ils provinssent d'un nom vulgaire (Falunien, Keupérien), d'un nom de fossile (Glypticien, Cymbien), d'un nom de personne (Murchisonien) ou même d'une circonstance accidentelle, (Corallien, Conchylien).

On ne peut pas considérer comme une innovation le fait d'avoir adapté la terminaison usuelle aux noms d'étages créés par divers géologues anglais ou allemands, avec une finale différente, ou sans terminaison aucune (ex : Ursien = Ursa-stufe ; Ludlowien = Ludlow ; Caradocien = Caradoc). Ce n'est là qu'une simple traduction en français, qui facilite l'emploi de ces termes sous forme adjectivale (Faune ludlowienne, Age caradocien). Ce n'est guère innover non plus que de dire Gryphitien pour Calcaire à Gryphites, Opalinien, pour Couches à *Ammonites opalinus*, Werfé-nien pour Werfener-schichten, Divésien pour Argile de Dives, etc.

Les seuls noms décidément nouveaux que j'ai été dans le cas d'introduire sont ceux de *Thuringien* et *Lodévien* pour les deux étages du Permien, qui manquaient absolument de noms français convenables, les expressions loca-

les allemandes *Zechstein* et *Rothliegende* n'étant pas de nature à être francisées, et prêtant d'ailleurs à la critique à plusieurs autres points de vues.

**Synonymie.** — Malgré les soins que j'ai mis à rechercher les synonymes employés par différents auteurs, je ne puis me flatter de les indiquer tous. Je ne pense pourtant pas qu'il m'en ait échappé d'autres que des synonymes purement locaux.

J'ai pris pour règle de mentionner dans les colonnes des subdivisions hiérarchiques les synonymes généraux ou systématiques, et d'inscrire dans les colonnes des différents pays, les noms pétrographiques ou autres, d'un usage seulement local ou régional. On trouvera donc les termes anglais dans la colonne Angleterre, les noms allemands dans les colonnes d'Allemagne, etc.

**Fossiles classiques.** — Dans la colonne intitulée *Paléontologie*, j'ai donné la liste des principaux fossiles de chaque étage. Je n'entends pas dire par là que ces fossiles ne se trouvent qu'à ce niveau particulier. Ce serait vrai pour un certain nombre d'entre eux, mais beaucoup d'autres existent dans plusieurs étages consécutifs, et même dans des systèmes différents. C'est pourquoi j'ai évité le terme si usité de *fossiles caractéristiques*. Un fossile n'est jamais absolument caractéristique ; la faune entière peut seule mériter ce qualificatif.

Parmi ces fossiles classiques, il y a en a qui ont acquis une importance particulière, et qui sont constamment cités ou même figurés, soit à cause de leur fréquence, soit parce qu'ils ont donné leur nom à certains niveaux géologiques ; pour les mettre en saillie, j'en ai fait imprimer les noms en caractères espacés.

**Apparitions et disparitions.** — Dans la même colonne j'ai inscrit les moments d'apparition et de disparition de quelques-uns des types organiques les plus remarquables par leur distribution géologique. J'ai évité à dessein les expressions de Créations et Extinctions, pour ne pas préjuger la question du mode de renouvellement des faunes et des flores — par l'évolution des espèces (transformisme) — ou par leur remplacement (créations successives).

Je dois déclarer toutefois, que d'après mes études paléontologiques, je suis plutôt partisan de la seconde manière de voir. Sans rejeter entièrement l'idée que beaucoup de nos espèces fossiles ne soient peut-être que des races ou des variétés fixées par le temps (*espèces représentatives*), je ne puis pas croire à une descendance directe des êtres appartenant à des types différents (Genres, Familles, etc). Il me paraît bien plus probable au contraire, que les principales modifications des faunes et flores sont dues — d'une part, à des *extinctions* par voie naturelle, ensuite d'une loi organique qui limite la vie de l'espèce, comme il y en a une qui limite la vie de l'individu (Pictet, *Traité de Pal.* 2<sup>e</sup> éd. I p. 80) ; — d'autre part, à des *créations* ou apparitions d'êtres nouveaux, très fréquentes, et sur des points très divers (*centres de création*) d'où les espèces auraient rayonné par voie de migration, et auraient produit ainsi l'infinie variété d'association de fossiles, que nous constatons à différents niveaux et dans différentes régions.

Les récents travaux de M. Hicks, sur le Système cambrien d'Angleterre, m'ont fourni beaucoup de documents sur les premières manifestations de la vie organique (*Quart. Journ. Geol. Soc.*, XXVII p. 396 et XXIX p. 42).

*Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.* XIII. N° 72.

14

**Parallélisme.** — Les nombreuses colonnes de droite de mon tableau représentent les coupes géologiques réelles de différents pays, parallélisées aussi exactement que possible d'après les données les plus récentes. Parallélisme, à mes yeux, n'est pas absolument synonyme de *synchronisme*. Sans doute, s'il s'agit de localités peu éloignées, l'on peut, sans trop d'hypothèse, considérer comme synchroniques les terrains occupant la même place dans l'échelle géologique. Mais dès qu'il s'agit de régions plus distantes, la conclusion n'est plus si certaine, à cause de la migration des faunes, qui peut fort bien avoir eu pour effet de produire des dépôts paléontologiquement semblables, à des moments géologiques d'autant plus différents que les localités comparées sont plus éloignées l'une de l'autre. Le synchronisme est donc une question théorique à laquelle l'avenir apportera peut-être une solution, mais qu'il vaut mieux ne pas préjuger pour le moment. Le parallélisme au contraire, est une *question de fait*, objet principal de la géologie stratigraphique et qui préoccupe à bon droit tous ceux qui veulent faire autre chose que de la géologie purement locale.

Le parallélisme des dépôts discontinus s'établit : soit par la similitude des faunes ou flores qu'ils contiennent ; soit par leur intercalation entre des terrains dont la place géologique est déjà fixée. Mais ce travail est parfois fort difficile et dans bien des cas il y a désaccord entre les observateurs. Pour la construction de mon tableau, j'étais obligé de prendre chaque fois un parti, et de placer les terrains controversés à l'un ou à l'autre des niveaux en litige. Dans ces cas-là, je me suis soigneusement gardé de toute idée préconçue et j'ai cherché à me faire une opinion raison-

née en pesant consciencieusement les arguments avancés de part et d'autre. Lorsqu'il m'est resté des doutes, je l'ai manifesté par des points d'interrogation, ou en citant entre parenthèses l'auteur auquel j'en laissais la responsabilité.

C'est aussi afin de donner moins de rigidité au parallélisme que je n'ai pas prolongé les filets horizontaux tout au travers du tableau comme on le voit souvent. Il en résulte plus de continuité pour les séries géologiques locales, et une certaine élasticité dans le parallélisme, qui peut se traduire aussi par un déplacement vertical des filets.

Ces filets désignent toujours une *superposition* des couches qu'ils séparent. Lorsque j'ai voulu indiquer plutôt une *apposition* de différents faciès locaux, ou même seulement des synonymes, j'ai évité avec soin le filet, que j'ai remplacé par la conjonction « et ». Les trois sortes de filets que j'ai employés (gras, maigre long, maigre court), pour désigner des séparations plus ou moins importantes, facilitent la lecture horizontale du Tableau, et font ressortir le parallélisme. J'ai déplacé parfois le filet gras, pour mieux représenter le mode de groupement généralement en usage dans tel ou tel pays. J'ai pu, de cette manière, rendre sensibles les différences de classification locales, tout en maintenant le parallélisme, qui, le plus souvent, n'est pas contesté.

**Gisements classiques.** — J'entends par là, ceux qui ont été le mieux étudiés, ou qui sont le plus souvent cités et pris comme termes de comparaison. Naturellement, ils ne sont pas, pour tous les terrains, fournis par les mêmes pays. L'obligation matérielle de restreindre le nom-



bre de mes colonnes, m'a donc forcé à faire varier les pays représentés par les différentes colonnes, dans chacun des neuf tableaux, et parfois même dans le corps d'un tableau, mais j'ai fait ensorte que le nom du pays soit clairement indiqué en haut de chaque colonne, ou portion de colonne. De cette manière, j'ai pu réduire à cinq le nombre des colonnes de gisements classiques, sauf pour la Période crétacée, qui a nécessité six colonnes. La largeur des colonnes a été calculée d'après leur nombre, et d'après l'abondance des matières qu'elles devaient nécessairement contenir. Dans quelques cas, j'ai profité d'une lacune dans une colonne pour y mentionner un gisement intéressant d'un tout autre pays, mais en l'isolant au moyen d'un cadre.

**Gisements suisses.**—Ayant plus spécialement en vue le progrès de la géologie en Suisse, j'ai naturellement réservé à notre pays une place à part, et lui ai consacré les quatre dernières colonnes. Il va sans dire que je ne me suis pas tenu strictement aux limites politiques, et que j'ai fait quelques annexions scientifiques, bien inoffensives, pour ne pas couper des régions naturelles. C'est ainsi que j'ai joint au Jura suisse, le Jura français — aux Alpes occidentales, la Savoie — aux Alpes du Tessin, une partie des Alpes lombardes — enfin le Vorarlberg, aux Alpes de la Suisse orientale. L'étude géologique de ces régions limitrophes est due d'ailleurs, en bonne partie, à des géologues suisses, de sorte que, scientifiquement, elles nous appartiennent plus ou moins.

Du haut en bas du tableau, la première de ces quatre colonnes est consacrée au Jura, et la dernière aux Alpes. Les deux du milieu le sont, suivant les besoins, tantôt à

la plaine (Hugel-land), tantôt à des subdivisions des Alpes ou du Jura.

**Grouperment.** — Bien qu'indispensable pour l'étude, le grouperment des étages géologiques n'a pas une importance primordiale. Je m'en suis déjà expliqué dans ma *Notice sur l'Infralias des Alpes vaudoises* (p. 52 ou *Bull. Soc. Vaud.* VIII p. 90), et ma manière de voir sur ce sujet a rencontré faveur. En la citant, M. J. Martin ajoute que les divisions géologiques ne sont que des *coupures artificielles destinées à faciliter l'étude*. (*Étage Rhétien* 1865, p. 6). En effet, prise dans son ensemble, l'échelle des terrains doit former une série continue, comme la série des temps pendant lesquels elle s'est formée. L'interruption des dépôts dans tel ou tel pays, constitue des lacunes d'une certaine importance locale ou régionale, mais sans valeur au point de vue général. Seules, les différences paléontologiques nous offrent une base rationnelle de grouperment pour la Phase organique, de même que les grands faits de l'histoire servent à subdiviser les temps historiques. Mais, comme en histoire, les limites seront nécessairement plus ou moins indécises, et, vu les différences de répartition géographique des êtres, le grouperment le plus naturel pour un pays ne sera pas toujours naturel pour un autre. Il ne faut donc pas s'étonner si les classifications géologiques varient. Indépendamment de la perfectibilité de tout ce qui est humain et des différences de conception des individus, la matière elle-même y prête ; elle varie suivant les pays. Par conséquent, tant que les classifications géologiques resteront locales ou régionales, elles devront nécessairement varier d'autant plus, qu'elles seront plus scientifiquement justes. Est-ce à dire qu'il

faillie nous résigner à marcher fatalement vers une tour de Babel toujours plus caractérisée ? Je ne le pense pas. Je crois qu'il faut réagir contre cette tendance et chercher à établir une échelle des terrains conventionnelle, suffisamment générale pour être admise dans les divers pays, usitée dans les diverses langues, et qui puisse servir d'étalon ou de *chronomètre*, auquel on comparera les échelles géologiques locales.

Mon tableau est un essai dans cette direction. J'ai cherché à tenir la balance égale entre les classifications anglaises, françaises et allemandes, en utilisant ce qui m'a paru juste dans chacune d'elles, et me laissant toujours guider par les données paléontologiques. Le *Tableau comparatif* ci-joint mettra clairement en saillie les rapports et les différences qui existent entre les principales classifications modernes des terrains sédimentaires.

J'y fais figurer en regard du mode de groupement adopté dans mon grand tableau :

- 1° La classification d'Alcide d'Orbigny ;
- 2° Celle de Ch. d'Orbigny et Gente, comme autre type de groupement français ;
- 3° Celle de Lyell, comme type de groupement anglais ;
- 4° Celle de Naumann, comme type allemand ;
- 5° Enfin celle de Karl Mayer, de Zurich, qui vient de paraître dans son entier, depuis l'impression de mon neuvième tableau.

**Equivalence.** — La différence la plus importante qui existe entre ces divers groupements gît, me paraît-il, dans la valeur relative attribuée aux diverses subdivisions.





Alcide d'Orbigny, n'admettant que deux ordres de subdivisions, des périodes et des étages, donne la même valeur ordinale aux Terrains jurassiques ou crétacés qu'aux Terrains tertiaires ou paléozoïques. Le Silurien est pour lui un *étage* au même titre que le Portlandien, l'Aptien, le Danien. Il y a là évidemment défaut d'équivalence entre les divisions de même ordre et une exagération d'importance en faveur des Terrains jurassiques et crétacés.

D'autre part, les auteurs qui maintiennent, comme je le fais aussi, l'équivalence des trois grandes Eres (Primaire, Secondaire et Tertiaire ; ou Paléozoïque, Mésozoïque et Cénozoïque) attribuent en général la même valeur aux subdivisions du Tertiaire (Pliocène, Miocène) et à celles du Paléozoïque (Permien, Carbonifère, Dévonien) qu'aux Périodes crétacée et jurassique. Il y a là aussi un manque d'équivalence, au détriment cette fois des Terrains secondaires.

Entre ces deux extrêmes j'ai cherché un moyen terme, et sans me flatter aucunement d'avoir trouvé un groupement irréprochable, je crois pourtant me rapprocher de la vérité, en admettant comme périodes équivalentes : les terrains Silurique, Paléozoïque supérieur (Dev. + Carb. + Perm.), Jurassique, Crétacé, Nummulitique, Molassique (Mioc. + Plioc.), etc.

Je me suis efforcé, autant que cela m'était possible, sans trop dévier des idées reçues, d'établir ainsi du haut en bas de mon Tableau, l'équivalence des subdivisions de même ordre ; je n'entends pas une équivalence chronologique, mais, pour autant que nos connaissances actuelles le permettent, une équivalence paléontologique approximative. M. K. Mayer a eu la même intention, car il intitule son Tableau résumé : *Natürliche gleichmässige Classifica*

tion (Zurich 1874), mais il me paraît qu'il donne trop d'importance aux étages tertiaires et primaires, au détriment des étages secondaires.

---

Après ces explications générales, je passe aux justifications de détail, en suivant l'ordre stratigraphique.

### ÈRE TERTIAIRE ou CÉNOZOÏQUE.

Je dis cénozoïque au lieu de *cainozoïque*, parce que l'on dit Miocène, et non *Miocaine*; c'est la même racine, et il n'est pas logique de l'interpréter de deux manières différentes dans ses divers composés. Le mot cainozoïque est d'ailleurs si dur que plusieurs auteurs l'ont remplacé par *néozoïque*, qui devient inutile par l'adoption de la forme adoucie cénozoïque.

**Période anthropique.**— Je comprends dans l'Ère tertiaire, la Période anthropique, c'est-à-dire l'Époque actuelle et l'Époque dite quaternaire. Au point de vue paléontologique, ce groupement me paraît incontestable. Il n'y a aucune modification organique importante entre le Tertiaire (ancien style) et le Quaternaire. Fort peu de types disparaissent; seuls les Mastodontes cessent en Europe, mais ils ont persisté en Amérique. Il n'y a guère d'apparition nouvelle, sinon l'homme, et encore son existence dans le Pliocène d'Italie et de Belgique est-elle affirmée par plusieurs naturalistes. Les genres se continuent presque tous les mêmes; un grand nombre d'espèces passent de l'un à l'autre. — Quelle différence, au contraire, entre les faunes et les flores des Ères primaire, secondaire et tertiaire. Les types organiques qui les composent sont

éminemment différents, et quoiqu'on puisse s'attendre à voir les limites de ces trois Eres s'effacer de plus en plus, celles-ci n'en resteront pas moins trois divisions primordiales, parfaitement naturelles au point de vue paléontologique.

Du reste, cette opinion me paraît de plus en plus partagée par les paléontologistes. Mon maître regretté F.-J. Pictet l'exprimait déjà en 1857 (*Traité de Pal.*, IV, p. 703). M. Gervais est encore beaucoup plus explicite quand il dit : « L'époque que l'on continue, *on ne sait trop pourquoi*, à appeler Quaternaire, comme si elle constituait une nouvelle grande série de faunes et de flores, etc. » (*Bull. géol.*, 2<sup>e</sup> sér., XIX, p. 95).

J'ajoute que les usages sont très divers sur ce point. Alc. d'Orbigny et K. Mayer laissent à part l'Epoque actuelle, mais joignent l'Epoque quaternaire au Tertiaire. Lyell et M. Gaudry terminent le Tertiaire au-dessus du Pleistocène à *Elephas meridionalis*, c'est-à-dire au milieu du Quaternaire de la plupart des auteurs. Naumann enfin subdivise le Cénozoïque en Quartär et Tertiär. Ces divergences confirment ma thèse qu'il n'y a point là de division primordiale naturelle.

L'importance des dépôts glaciaires, et leur simultanéité ~~aux~~ autres dépôts de l'Epoque diluvienne, m'ont engagé à les représenter par des triangles dont la base se rapporte aux contrées montagneuses, dans lesquelles les glaciers ont eu nécessairement une plus longue durée, et dont le sommet indique le moment du maximum d'extension vers les régions basses. C'est une sorte de représentation graphique, une *courbe* des anciens glaciers, qui rend, pour la Suisse surtout, leur marche plus apparente. Cela m'a



permis de faire ressortir d'une manière intuitive les oscillations des glaciers alpins et la rencontre de ces derniers avec les glaciers jurassiens, lors de leur plus grande extension.

Pour la Suisse, la subdivision de l'Epoque diluvienne en trois âges, telle que je l'ai admise, est certainement la plus naturelle. Mais pour les pays de plaine, il serait peut-être plus logique de subdiviser seulement en deux âges, dont la séparation coïnciderait avec le moment de l'extension maximum des glaciers. Au point de vue paléontologique strict, ce serait peut-être aussi plus juste.

**Période molassique.**— Au lieu de subdiviser le Tertiaire proprement dit en trois (Pliocène, Miocène, Eocène), comme c'est l'usage habituel, il m'a paru plus rationnel de le partager seulement en deux périodes, correspondant aux deux teintes employées dans les cartes géologiques suisses. Non-seulement c'est pour notre pays le mode de groupement le plus naturel, mais encore c'est celui qui paraît convenir le mieux dans la majorité des pays européens. Il est d'ailleurs préféré par des auteurs de plus en plus nombreux. Il prévaut déjà en Allemagne; il est adopté par M. K. Mayer, un des géologues les plus versés dans l'étude des Terrains tertiaires. Les géologues belges paraissent aussi de cet avis. (*Bull. géol.*, 2<sup>e</sup> sér., XX, p. 820). Même en France, où l'on est généralement très conservateur, dans le domaine scientifique comme dans d'autres, ce mode de groupement commence à trouver des adhérents : M. Tournouër en est partisan (*Bull. géol.*, 2<sup>e</sup> sér., XIX, p. 1088, et XXIV, p. 528), et M. Contejean dans son récent traité (*Elém. de géol. et paléont.*, p. 681), reconnaît que la division en trois

est la moins naturelle, l'Eocène ayant, dit-il, plus d'importance que les deux autres subdivisions réunies.

Une question sur laquelle j'ai eu beaucoup d'hésitation, c'est l'attribution de l'*Etage eningien* au Subapennin (Pliocène) ou au Falunien (Miocène). Ce niveau est habituellement considéré en France comme Miocène supérieur; mais beaucoup d'auteurs allemands (Naumann, Fraas, etc.), et d'autres avec eux, le rattachent plutôt au Pliocène; de fait, il forme la transition de l'un à l'autre. J'ai fini par adopter la manière de voir de Seguenza (*Bull. géol.*, 2<sup>e</sup> sér., XXV, p. 479), mais en substituant à son nouveau nom de Zancéen celui de Eningien, qui est plus ancien et assez usité en Suisse.

Les trois étages Tortonien, Helvétien et Langhien sont décidément très connexes entre eux, surtout en Suisse, et méritent d'être réunis en un même système, tandis que l'Aquitaniien est déjà bien plus différent par sa faune et par sa flore, à tel point que les Allemands en font leur Oligocène supérieur, et placent la grande ligne de démarcation entre le Langhien et l'Aquitaniien. Chez nous, l'Aquitaniien fait décidément partie intégrante de la Période molassique; mais en raison même de ces différences plus profondes d'avec les étages superposés, j'en ai fait une subdivision de troisième ordre.

**Période nummulitique.** — Qu'on l'appelle Eocène ou Nummulitique, ce groupe est admis par tous, et les seules divergences consistent dans la position précise de ses limites supérieure et inférieure. Beaucoup d'auteurs placent l'Etage stampien dans le Miocène inférieur. J'ai adopté au contraire l'ancienne classification de MM. Deshayes et Lyell, qui me paraît de plus en plus préférée,

même en France (Leymrie, *Bull. géol.*, 2<sup>e</sup> sér., XXIV, p. 312), et qui seule s'accorde avec la géologie alpine, puisque nous trouvons les couches en question très répandues dans les Alpes, où elles sont parfaitement inséparables de la série nummulitique.

J'admets ici les mêmes étages que M. K. Mayer; les différences de dénominations proviennent, soit de ce que, conservant les noms de d'Orbigny (Tongrien, Parisien et Suessionien) pour les subdivisions de troisième ordre, j'ai dû en chercher d'autres plus spéciaux pour les étages, soit de ce que, pour obéir aux lois de la priorité, j'ai dû substituer au terme Ligurien le nom plus ancien et très convenable de Sestien.

Il y a toutefois une différence plus importante. A la base de la série tertiaire, M. Mayer place un étage qu'il a d'abord nommé Flandrien (Tableau synchr., 4<sup>e</sup> édit., 1869), désignation à laquelle il a plus récemment substitué celle de Garumnien. Or, le Garumnien de M. Leymrie est assez généralement placé dans les terrains crétacés, au niveau de l'Étage danien; d'autre part les couches flandriennes (Calcaire de Mons) n'ont guère été reconnues jusqu'ici ailleurs qu'en Belgique; de sorte qu'il m'a paru peu rationnel d'adopter dès maintenant un étage spécial pour des couches si restreintes, dont la faune est encore peu étudiée et les affinités incertaines. Depuis l'impression de mon tableau jaune (septembre 1873), il a paru dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (3<sup>e</sup> sér., II, p. 27, mars 1874) une intéressante notice de M. le professeur Hébert sur ce même niveau géologique. M. Hébert (p. 30) parallélise les marnes et sables de Rilly avec les marnes et sables de Heers, désignés en Belgique sous le nom de Heersien; puis il place en dessous comme base

de la série tertiaire le calcaire de Mons. Il est probable que si j'avais connu plus tôt le travail de M. Hébert, j'eusse, comme M. Mayer, adopté un étage de plus pour les gisements de Rilly, Heers et Mons ; mais, par motif de priorité, j'aurais probablement dû le nommer Heersien.

## ÈRE SECONDAIRE ou MÉSOZOÏQUE.

Ces deux dénominations, absolument synonymes, sont assez généralement adoptées pour que je n'aie pas à les légitimer. A part un très petit nombre d'auteurs qui veulent y comprendre le Permien, il y a quasi-unanimité dans les limites assignées à cette division de premier ordre. Sauf le désaccord sur la séparation du Lias comme période à part, il y a aussi unanimité sur les subdivisions de second ordre qui composent l'Ere secondaire..

**Période crétacée.**— Pour subdivisions de troisième ordre, j'adopte ici, à peu de chose près, les étages d'Alcide d'Orbigny, tels qu'il les avait établis d'abord en 1843. En effet, le Turonien (sens restreint) me paraît ne pouvoir être qu'une subdivision de quatrième ordre. Il en est de même pour l'Aptien, qui partout en Suisse, dans le Jura comme dans les Alpes, est intimement uni à l'Urgonien, ce qui m'a engagé, faute de nom meilleur, à admettre la contraction proposée par M. Coquand. M. Mayer opère la même réunion, mais il intitule l'ensemble Aptien, en donnant ainsi à ce terme une beaucoup plus grande extension que d'Orbigny. J'ai d'ailleurs déjà expliqué plus haut (p. 15) que les étages admis par M. Mayer pour les Terrains crétacés ne me paraissent pas du tout

de même valeur que ceux qu'il a introduits pour les Terrains tertiaires.

Quant aux subdivisions de quatrième ordre, j'adopte pour la série supérieure une partie des étages de M. Coquand, sans pouvoir les admettre tous ; et pour la série inférieure, les étages habituellement en usage chez nous. Il me paraît probable que plus tard le Valangien devra se subdiviser, et qu'il faudra introduire à sa base un Etage berriasien, qui existe déjà en germe. La question ne m'a pas paru assez mûre pour oser l'admettre dès maintenant.

Je ne serais point étonné qu'on en vînt à remplacer la Période crétacée par deux autres : une Période crétacée proprement dite pour la série supérieure dès l'Albien ; et une Période néocomienne pour la série inférieure, dont l'importance va croissant tous les jours. Quelques auteurs me paraissent avoir cette tendance. La paléontologie prononcera.

Une chose fort regrettable, c'est la grande variabilité qui existe dans l'emploi du terme de *Néocomien*. Beaucoup d'auteurs, MM. Ch. d'Orbigny, d'Archiac, Hébert, Judd, etc., le prennent dans un sens très vaste, pour désigner toute la série crétacée inférieure, de l'Aptien jusqu'au Purbeckien (inclusivement ou exclusivement suivant les auteurs). D'autres, Alcide d'Orbigny, Naumann, etc., le restreignent déjà un peu, mais pas toujours de la même manière. Pour MM. Desor, Mayer et beaucoup de géologues suisses, le nom de Néocomien ne désigne plus que les couches comprises entre l'Urgonien et le Valangien. C'est pour obvier, si possible, à cet inconvénient que, rendant au terme Néocomien son acception primitive,

selon Thurmann, laquelle équivaut à peu près au Néocomien proprement dit de d'Orbigny, j'ai introduit l'expression de Hauterivien (Marnes d'Hauterive) pour désigner l'étage que l'on appelle habituellement en Suisse Néocomien ou aussi Néocomien moyen.

**Période jurassique.** — Je prends ce terme dans son sens restreint, absolument synonyme de Oolitique, et j'admets dans cette Période quatre subdivisions de troisième ordre, qui correspondent aux quatre groupes classiques admis dans le Cours élémentaire de Beudant. C'est, me paraît-il, le groupement le plus généralement usité en France, sauf que plusieurs auteurs, d'Archiac entre autres, réunissent à l'Oxfordien tout ou partie du Corallien sous le nom d'Oolite moyenne, comme le font souvent aussi les Anglais. C'est donc en somme la classification franco-anglaise que j'ai adoptée ici, de préférence à la classification allemande, à laquelle se rattache plutôt M. Mayer. Je n'y mets pas beaucoup d'importance, mais ce mode de groupement m'a paru plus pratique pour l'enseignement.

Quant aux subdivisions de quatrième ordre, j'ai dû multiplier un peu les étages admis par d'Orbigny pour faire droit aux justes exigences des travaux plus récents. Je n'ai pas pu toutefois admettre toutes les subdivisions proposées par les géologues jurassiens, ce qui m'eût mené beaucoup trop loin et eût détruit l'équivalence des subdivisions que je m'étais fait un devoir de poursuivre.

Une des principales difficultés à résoudre était la parallélisation des couches alpines qu'Oppel a désignées du nom de Tithonique. Beaucoup de géologues considèrent

cette série de terrains alpins comme des équivalents du Jurassique supérieur, tandis que M. Hébert, suivi d'un certain nombre de géologues français, admet une grande lacune entre le Tithonique inférieur à *Ter. moravica*, qu'il met dans le Corallien, et le Tithonique supérieur à *Ter. janitor*, qu'il considère comme Néocomien. Cette question a été fort débattue depuis quelques années, et a donné lieu à un grand nombre de mémoires dans les deux sens. J'ai dû la reprendre tout entière, afin de me faire une opinion raisonnée, et je suis arrivé à des conclusions un peu intermédiaires entre les deux écoles opposées. Tout en considérant avec les uns le Tithonique proprement dit à *Ter. janitor* comme l'équivalent du Jurassique supérieur, j'admets à peu de chose près les idées de M. Hébert sur l'âge des Calcaires à *Ter. moravica* et des Calcaires à *Am. polylocus*.

C'est à contre-cœur que j'ai employé le nom de Portlandien dans deux sens différents, pour désigner un système et l'un des étages de ce système. J'aurais pu, comme MM. de Loriol, Mayer et d'autres, adopter le nom de Kimméridgien pour le système jurassique supérieur; mais cela n'eût fait que déplacer la difficulté, à moins de remplacer l'Etage kimméridgien par les deux étages Virgulien et Ptérocérien, comme le font les géologues jurassiens, ce que je n'ai pas cru pouvoir faire par motif d'équivalence.

Lors même qu'il y a des coraux, ou plutôt des coralliaires dans presque tous les terrains, je ne vois pas pourquoi l'on devrait rejeter le nom de Corallien, appliqué à l'une des divisions de troisième ordre, et le remplacer par celui de Séquanien, qui désigne de fondation un étage

particulier. Il faudrait rejeter aussi les noms de Conchylien et de Carbonifère, parce que l'on trouve ailleurs aussi des coquilles et du charbon !

Le nom d'Oxfordien a été appliqué successivement à chacun des trois étages de ce système. Pour M. Mayer, il signifie tout autre chose que pour d'Orbigny, et l'un n'a pas plus raison que l'autre. Ce nom ne peut donc plus servir pour désigner un étage spécial ; c'est pourquoi, me conformant à un ancien usage, je l'applique seulement au système, et je désigne sous le nom de Divésien l'étage moyen ou Argile de Dives, qui est l'*Oxford-clay* primitif.

C'est pour une semblable raison que j'emploie le nom de Bathonien dans son sens étendu primitif, plutôt que dans le sens restreint, que lui a appliqué d'Orbigny et qui prévaut en général. L'étage supérieur du système bathonien est désigné d'une manière bien plus précise par l'expression de Bradfordien, dès longtemps usitée en Angleterre avec ce sens spécial. D'autre part, d'Orbigny a compris dans son Bathonien les Marnes vésuliennes à *Ostrea acuminata* (*Fuller's earth*), évidemment parallèles au Ciret du Lyonnais et aux *Parkinsoni-schichten*, qu'il place au contraire dans son Bajocien. De là sont nées des confusions et contestations sans fin, auxquelles j'espère mettre un terme en admettant l'Étage vésulien, pour toutes ces couches intermédiaires si répandues et si fossilifères, en Suisse et ailleurs.

**Période liasique.** — Si je n'avais eu déjà des motifs paléontologiques pour séparer le Lias du Jurassique comme période distincte, j'y aurais été forcément conduit par ma résolution de me conformer à la table de cou-



leurs, adoptée par la Commission géologique fédérale. C'est un usage très ancien en Suisse de se servir de la teinte violette pour représenter le Lias, alors même que tout le Jurassique proprement dit ne reçoit qu'une seule teinte. Ailleurs aussi, j'ai vu faire de même. C'est une sorte de protestation, plus ou moins inconsciente, contre l'annexion du Lias au Jurassique, et cela déjà, témoigne du rôle important que joue ce terrain dans beaucoup de régions. Mais au point de vue paléontologique, également le Lias mérite de former plutôt une subdivision de second ordre. Ses faunes successives sont nombreuses, et renferment des types très différents de ceux de la Période jurassique. J'estime donc qu'à tous les points de vue il a droit au rang de période, tout aussi bien que le Trias, dont les faunes successives sont moins nombreuses et moins variées.

Le nom de Lias désignait primitivement les couches sinémuriennes, et ce n'est que plus tard qu'il a reçu son sens étendu actuel; aussi d'Orbigny a-t-il été bien mal inspiré quand il a créé son Etage liasien pour le Lias moyen à *Gryphaea cymbium*; s'il voulait conserver le nom de Lias à l'un de ses trois étages, il devait au moins l'appliquer à l'inférieur. Il n'est donc pas étonnant que, de divers côtés, on ait proposé de remplacer ce nom de Liasien, qui est fautif. M. Mayer a désigné les mêmes couches en 1864 (Tabl. sychr. des Ter. jurassiques) sous le nom d'Etage charmouthien, en prenant pour type un gisement fossilifère anglais. M. Leymrie, de son côté (*Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> sér., XXIX, p. 168), a proposé de nommer cet étage: Cymbien, et de transporter au Sinémurien le nom de Liasien. Cette seconde proposition n'est pas ad-

missible; mais comme désignation spéciale de l'étage en question le nom de Cymbien est très bien choisi et apte à se populariser; c'est pourquoi j'ai cru devoir l'adopter, de préférence à celui moins coulant de Charmouthien, malgré l'antériorité de ce dernier.

Cet Etage cymbien n'est d'ailleurs à mes yeux qu'une subdivision de quatrième ordre, que je comprends dans le Système toarcien, par suite des analogies paléontologiques. J'y comprends également, comme les géologues français, l'Etage opalinien, que tous les auteurs allemands placent dans le *Brauner Jura*. Le fait même de cette divergence de classification légitime l'admission d'un étage à part pour cet horizon, d'ailleurs assez important et bien caractérisé.

Quant aux étages Hettangien et Rhætien, je renvoie à ma Notice sur l'Infra-lias (*Bull. Soc. vaud.*, VIII, p. 39). Depuis lors, le Rhætien a été beaucoup étudié, et le classement que j'avais adopté, assez généralement admis en France (Martin, *Etage rhétien*, p. 198 et suivantes). Beaucoup de géologues allemands le placent au contraire dans le Trias. Cette divergence même, et l'importance qu'a acquis cet étage, m'engagent à le considérer comme une division de troisième ordre.

M. K. Mayr a tort de s'attribuer la paternité du nom de Rhætien; je l'ai employé avant lui, puisque son Tableau jurassique date du mois d'août 1864, et que ma Notice sus-indiquée a paru au mois de juin 1864. Mais ce nom n'est ni de lui ni de moi; il remonte à 1861, époque où il a été introduit par M. Guembel; sous forme allemande il est vrai, mais qu'importe.

En résumé, le Lias m'a fourni sept étages, tandis que ce même ensemble a été subdivisé par Oppel en 17 zones. Il n'y a donc rien d'exagéré dans le nombre de mes coupes de quatrième ordre. Pour conserver l'équivalence des subdivisions, j'ai dû grouper quelques-unes des zones d'Oppel, qui ne se sont pas trouvées avoir le caractère de généralité qu'il leur attribuait. (Dumortier, *Lias moyen*, p. 10.)

**Période triasique.** — Voici de nouveau un terrain admis par tous, presque avec les mêmes limites. Quant à sa subdivision, elle est assez différente, suivant que l'on envisage les régions alpines ou les régions classiques de l'Europe occidentale.

J'ai conservé comme coupes de troisième ordre les deux grands étages de d'Orbigny, en remplaçant seulement par le nom de Keupérien, ancien et très généralement admis, la dénomination de Saliférien, qui n'est pas juste, puisqu'on trouve tout autant de sel dans le Conchylien.

Quant aux subdivisions de quatrième ordre, il m'a paru logique, et conforme à ce qui a lieu pour les autres périodes, de prendre pour base les régions alpines, qui nous présentent les types marins dans leur plus beau développement. En conséquence, j'ai admis pour le Trias supérieur les quatre groupes distingués par M. Mojsisovics de Vienne, un des géologues les plus versés dans l'étude du Trias alpin. J'ai seulement substitué au nom de Badiotien, qui serait d'une prononciation peu agréable, la dénomination de Raiblien, déjà employée par Stoppani (*Paléont. lombarde*, 1<sup>re</sup> sér., p. 146 ; 3<sup>e</sup> sér., pp. 226 et 229), et qui rappelle un gisement classique des Alpes autrichiennes.

Pour le Trias inférieur, j'ai conservé les trois divisions assez généralement admises (Hauptmuschelkalk, Wellenkalk et Grès bigarré), désignant les deux premières par des noms euphoniques tirés des principaux gisements alpins, et la troisième par un ancien nom de Brongniart, parfaitement convenable.

M. K. Mayer, dans son Tableau général (*Classification Sediment-Geb. Zurich, 1874*), imprimé postérieurement à mon Tableau triasique, qui lui avait été déjà communiqué, nomme Würzburgian mon Etage virglorien, et réunit les deux inférieurs sous le nom de Vogesian. Cette dernière dénomination a l'inconvénient de rappeler plus spécialement les couches dites Grès vosgien, dont le classement n'est pas encore définitif, puisque plusieurs auteurs en font du Permien. M. Mayer réunit d'ailleurs de cette manière dans un même étage deux niveaux assez différents, pour mériter, me paraît-il, de former des étages séparés.

## ÈRE PRIMAIRE ou PALÉOZOIQUE.

Sauf la question des limites supérieure et inférieure, cette coupe de premier ordre est admise à peu près de même par tous les géologues et désignée le plus habituellement par la seconde dénomination. Au point de vue paléontologique, il me paraît incontestable que l'on doit y comprendre le Permien ; c'est ce que font d'ailleurs actuellement la presque unanimité des auteurs.

Alcide d'Orbigny, qui n'admet pas trois grandes ères, mais divise immédiatement la phase organique en cinq périodes, ne fait qu'une seule période des terrains paléo-

zoïques. Entre cet extrême et celui, non moins exagéré, qui consiste à élever au rang de périodes chacune des subdivisions paléozoïques (Permien, Dévonien, etc.), j'ai admis un moyen terme, qui consiste à grouper en une période les trois Systèmes paléozoïques supérieurs : Permien, Carbonifère et Dévonien. Ce groupement a pour lui de forts arguments paléontologiques, sur lesquels je reviendrai tout à l'heure. Il était admis en principe par Edward Forbes, un des paléontologistes anglais les plus éminents, (*Siluria*, 4<sup>e</sup> édit., p. 481.) Un autre paléontologiste distingué que l'Angleterre a perdu récemment, Salter, qui étudiait très spécialement des faunes paléozoïques, le considérait comme très rationnel. Sir Rod. Murchison a suivi ce groupement, sinon systématiquement, du moins pratiquement, dans sa *Siluria* (4<sup>e</sup> édit., p. 405, et tableau).

Les trois faunes siluriennes constituent une autre période parfaitement naturelle. Enfin, depuis la découverte de l'*Eozoon* et de diverses traces végétales dans les terrains métamorphiques anciens, on doit comprendre ceux-ci dans la phase organique et en former une période distincte.

**Période carbonique.** — Ce nom me paraît bien convenir à la période paléozoïque supérieure. Les trois systèmes qui la composent ont tous fourni des preuves d'une abondante végétation terrestre, et si le Carbonifère surtout est riche en amas de houille, on en trouve néanmoins aussi dans les deux autres systèmes.

Les faunes et les flores permienues ont une telle analogie avec celles du Carbonifère, que plusieurs auteurs déjà ont réuni ces deux systèmes. Heer dit que le Per-

mien forme l'acte final de la période carbonifère. (*Urwelt der Schweiz*, p. 37.) Murchison parle du « Permien ou Supra-Carbonifère. » (*Siluria*, 4<sup>e</sup> édit., p. 481.) M. Davidson, par ses consciencieuses études sur les brachiopodes paléozoïques d'Angleterre, a constaté une très grande intimité entre les faunes permienne et carbonifère, à tel point que la moitié des espèces de brachiopodes recueillis dans le Permien anglais ont déjà vécu dans l'époque carbonifère. (*Bull. Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., XIX, p. 965 et 966.)

Les rapports entre le Dévonien et le Carbonifère ont été jusqu'ici moins remarqués. Toutefois, les passages de l'un à l'autre sont très accusés en Belgique (*Bull. Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> sér., XX, pp. 406, 409 et 852). De son côté, M. Etheridge a constaté qu'il y a en Angleterre 56 espèces qui passent du Dévonien au Carbonifère, soit le 15 %, tandis qu'entre le Silurien supérieur et le Dévonien les espèces transitives se réduisent à 8 au plus. (*Quart. Journ. géol. Soc.*, XXIII, p. 679 et 680.)

La Période carbonique, composée des trois systèmes admis par tous, Permien, Carbonifère et Dévonien, me paraît donc basée sur des arguments paléontologiques solides.

Quant aux subdivisions de quatrième ordre, je me suis tenu à celles, généralement adoptées, profitant toutefois pour le Carbonifère des travaux récents de M. Osw. Heer. (*Quart. Journ. géol. Soc.*, XXVIII, p. 161.)

Selon l'usage actuel des paléontologistes allemands, je n'ai admis que deux étages dans le Permien. J'ai dû, pour des raisons expliquées ci-dessus (p. 223), leur donner de nouveaux noms, qui ont été adoptés par M. Mayer dans son Tableau général de classification des terrains.

M. Heer subdivise le Carbonifère inférieur (Unter-carbon) en trois étages, basés sur des considérations paléontologiques, et surtout paléophytologiques : *Culm*, *Bergkalk* et *Ursa-stufe*. Ce dernier est, il est vrai, classé par d'autres auteurs dans le Système dévonien, mais j'ai trop de confiance dans l'autorité de M. Heer, en matière de paléontologie végétale, pour ne pas adopter ses trois subdivisions, qui, avec l'Etage houiller, universellement admis, constituent quatre étages dans le Carbonifère proprement dit.

Le Dévonien a été généralement divisé en trois étages, que je conserve, et que je désigne par les dénominations de Dumont, usitées en Belgique, et parfaitement appropriées, me paraît-il.

M. Mayer, au contraire, dans son Tableau général, n'admet que deux étages dans le Carbonifère, et six en revanche dans le Dévonien. Il applique à la plupart de ces étages des noms nouveaux, que je n'ai pas pu citer en synonymie dans mon Tableau carbonique, imprimé avant le sien. On trouvera ces noms dans mon Tableau comparatif (p. 230). Par cette subdivision du Dévonien en six étages, M. Mayer donne à ce terrain une importance que je crois exagérée et, en tout cas, à peu près triple de celle qu'il attribue au Carbonifère. En cela, il est en opposition avec Murchison, qui considère le Carbonifère comme celui des trois systèmes supra-paléozoïques qui représente l'époque la plus prolongée.

**Période silurique.** — Pour ne pas faire de confusion avec le Silurien proprement dit (faune 2<sup>e</sup>), subdivision de troisième ordre, je modifie la terminaison du nom et la rends similaire à celle des autres périodes.

Les trois faunes distinguées par Barrande, et très généralement admises, me donnent une subdivision toute naturelle en trois époques ; seulement, je conserve aux faunes troisième et deuxième les noms de Murchisonien et Silurien que leur a appliqués d'Orbigny. Quant aux couches contenant la faune primordiale, inconnue à d'Orbigny, couches comprises par lui en grande partie dans ses Terrains azoïques, je leur conserve le nom de Cambrien, employé dans ce sens par Lyell et la plupart des auteurs anglais modernes.

Enfin, comme subdivisions de quatrième ordre, j'ai admis, avec quelques légères modifications, les groupes (ou formations) de Murchison d'après sa dernière classification en 1866, telle qu'elle est contenue dans la quatrième édition de la *Siluria*, et résumée en un tableau, en tête des Brachiopodes siluriens de M. Davidson (Paleontographical Society). J'ai conservé à ces étages les noms employés par Murchison, en leur ajoutant seulement la finale habituelle, pour les distinguer des noms de lieux, d'où ils ont été tirés.

J'ai fait toutefois un étage à part des Passage-beds (ou Tilestones), parce que leur faune est déjà fort différente de celle du Ludlowien vrai. Il y a même des géologues anglais qui séparent ces couches du Silurique pour les mettre à la base du Dévonien. Suivant l'exemple de Symonds (Woodward, *Merostomata*, *Pal. Soc.*, juin 1872), j'ai réuni à cet étage le Bonebed du Ludlow, dont la faune ichthyologique est très semblable à celle des Passage-beds. Entre l'étage Ledburien/ ainsi constitué, et l'étage Ludlowien la proportion des espèces transitives est, en Angleterre, à peine de 6 %, tandis qu'elle est de 30 %



environ entre les autres étages siluriques, et de 18 %, environ entre les systèmes Murchisonien et Silurien. Ces calculs sont basés sur le tableau donné par Salter dans la troisième édition de la *Siluria* (p. 531).

M. K. Mayer divise le Silurien supérieur (Murchisonien) en quatre étages. Ses deux étages supérieurs Hossinien et Cheynitzien correspondent probablement à mon Etage ledburien, mais je ne puis le savoir d'une manière certaine, attendu que M. Meyer n'établit aucune corrélation des couches. Quant à la question de priorité, elle est difficile à régler. Tout ce que je puis dire, c'est que mon Tableau silurique a été tiré en mars 1874 et que j'en ai immédiatement envoyé un exemplaire à M. Mayer ; ce n'est que plusieurs semaines après que j'ai reçu un exemplaire de son Tableau général. Du reste, l'expression *Ledbury-shales*, que je n'ai fait que franciser, était depuis longtemps en usage en Angleterre pour désigner les Passage-beds.

Quant à la limite supérieure du Cambrien, elle n'est pas tracée de même par tous les auteurs. MM. Lyell, Salter, Hicks y comprennent le Trémadocien, tandis que Murchison et d'autres mettent la séparation en dessous du Lingulien (*Lingula-flags*). Au point de vue paléontologique, il m'a paru plus rationnel de placer cette limite entre le Trémadocien et le Lingulien, comme le fait, je crois, M. Barrande. Le Trémadocien, en effet, contient beaucoup de genres de Trilobites qui caractérisent la faune seconde, et un grand nombre de types nouveaux apparaissent dans cet étage ; tandis que le Lingulien a un cachet assez différent et se rapporte beaucoup mieux à la faune primordiale, c'est-à-dire au Cambrien.

Mes trois étages cambriens sont d'ailleurs basés essentiellement sur les travaux récents de MM. Salter et Hicks (*Quart. Journ. geol. Soc.*, XX, p. 233; XXV, p. 51; XXVII, p. 396; XXVIII, p. 173; XXIX, p. 42). J'ai seulement désigné l'inférieur par la dénomination de Huronien, usitée en Amérique pour des couches schisteuses, que l'on considère assez généralement comme parallèles au Cambrien inférieur de Longmynd et de Wicklow.

M. Mayer commet ici une erreur manifeste en appliquant le nom de Longmyndien aux couches de Hof et de Ginetz, c'est-à-dire à la faune primordiale. Les auteurs anglais n'ont jamais mis le Longmynd à ce niveau. Ce nom désigne, au contraire, de l'avis de tous, les couches inférieures au Ménévien (ou Lower Lingula-flags), lesquelles constituent pour Lyell, Salter et M. Hicks, le Cambrien inférieur, et pour Murchison, tout le Cambrien. Par contre, M. Mayer nomme Cambrien les couches laurentiennes, ce qui est absolument contraire à la manière de voir des géologues anglais et américains.

**Période éozoïque.** — Pour quiconque admet l'origine organique des *Eozoon*, origine qui ne me paraît plus guère contestable, il devient évident que ces vestiges représentent une Période d'organisation bien différente, qui tout en rentrant dans l'Ere primaire, doit être absolument séparée de la Période silurique. Mais, jusqu'ici, on ne peut, au point de vue paléontologique, y faire aucune subdivision, et le nom de Laurentien, très généralement admis, peut être considéré *ad libitum* comme nom de système ou d'étage.

---

Dans toutes les explications qui précèdent, je me suis limité au strict nécessaire. Mon but n'était pas de faire un traité de géologie, mais de légitimer les groupements et les subdivisions que j'ai cru devoir adopter dans mes neuf tableaux ci-joints.

C'est à ceux-ci que je renvoie pour tous les détails.

Puissent ces tableaux être utiles à plusieurs, et contribuer au progrès de la stratigraphie comparée.

C'est en étudiant scrupuleusement tous les détails de la structure de notre globe que nous parviendrons à bien comprendre les grands faits de son histoire. Je suis de plus en plus persuadé qu'à tout esprit non prévenu, cette étude révélera, non point des forces aveugles inhérentes à la matière, mais un Créateur intelligent, qui a présidé à toutes ces merveilles et nous a formés à son image, afin qu'en contemplant ses œuvres nous apprenions à l'adorer.

#### Table des matières.

|                                               |        |
|-----------------------------------------------|--------|
| Couleurs . . . . .                            | p. 219 |
| Hierarchie des subdivisions . . . . .         | 220    |
| Nomenclature. . . . .                         | 222    |
| Fossiles classiques . . . . .                 | 224    |
| Apparitions et disparitions. . . . .          | 225    |
| Parallélisme . . . . .                        | 226    |
| Gisements classiques . . . . .                | 227    |
| »    suisses . . . . .                        | 228    |
| Groupement (tableau comparatif) . . . . .     | 229    |
| Equivalence . . . . .                         | 230    |
| Ere tertiaire — Période authropique . . . . . | 232    |
| Ere secondaire — Période crétacée . . . . .   | 237    |
| Ere primaire . . . . .                        | 245    |

EXPOSÉ RELATIF AU  
prochain passage de Vénus sur le disque du Soleil

LE 9 DÉCEMBRE 1874

par

**M. Rapin**, pasteur.

---

On raconte que le philosophe Anaxagore, interrogé par un de ses disciples sur la grandeur du soleil, lui répondit que cet astre pouvait bien être grand comme le Péloponnèse. Une telle réponse était-elle sérieuse ou pas ? C'est ce qu'il serait difficile de dire ; mais en tout cas, c'était placer l'astre qui éclaire le monde tout entier à une distance singulièrement faible de notre terre. Entre cette simple appréciation, sans base connue et les connaissances actuelles, il y a tout un monde de recherches, d'observations, de calculs, de travaux de toute espèce ; et cependant nous ne sommes pas encore au bout ; l'incertitude qui reste, à l'heure qu'il est, sur la distance absolue moyenne qui nous sépare de notre grand luminaire est d'environ  $\frac{1}{150}$  de cette distance.

C'est dans le but et dans l'espérance fondée de réduire de beaucoup les limites de cette incertitude que de nombreuses expéditions d'astronomes et d'artistes de divers genres se préparent à se rendre vers la fin de l'année

dans les diverses contrées de l'Asie orientale et dans les îles de la mer du Sud, pour y observer le prochain passage de la planète Vénus sur le disque du soleil ; car l'observation de ce phénomène, assez rare, est une des meilleures méthodes que l'on ait pour arriver à une détermination précise de la distance solaire.

---

Nous ne ferons pas à nos lecteurs l'injure de vouloir justifier à leurs yeux les sacrifices considérables qui se font actuellement en vue de préciser davantage cet élément de nos connaissances astronomiques ; la science ne s'acquiert pas à d'autres conditions. Qu'il nous soit permis seulement de présenter quelques considérations à ce sujet. Il n'y a sans doute pas ici l'étoffe d'une de ces découvertes capables de changer la face de l'astronomie ; telles que furent celles de Galilée, de Kepler et de Newton ; ce qui importe en pareille matière, ce sont moins les grandeurs absolues des distances que les relations de ces distances entre elles ; les savants illustres que nous venons de citer avaient tous des vues plus ou moins inexactes sur le nombre de lieues qui nous séparent du soleil, ce qui n'a pas empêché la science de faire d'admirables progrès sous l'impulsion qu'ils lui ont donnée et par suite de leurs travaux. Mais ces progrès n'eussent jamais été accomplis si l'on se fût contenté du chemin considérable qui venait d'être fait, sans ce souci d'aller plus loin. Rien d'ailleurs ne peut nous être indifférent ; de ce qui se rapporte à un astre dont nous recevons chaleur, lumière et vie, et qui exerce une influence si considérable et si variée sur notre globe tout entier. Et puis, sans parler du sentiment pénible que produit en nous l'ignorance de ce que nous

pourrions apprendre au prix de quelque travail ou de quelques sacrifices, il y a toujours avantage réel à se mettre au clair quand on le peut. Il ne serait peut-être pas difficile de citer plusieurs cas où il eût été fort utile de posséder une connaissance précise des dimensions de notre globe <sup>(1)</sup>, et ne pourra-t-il pas en être de même par la suite relativement à la distance qui nous occupe ? Enfin quand on considère que cette distance du soleil à la terre sert d'unité pour toutes les distances planétaires et sidérales et qu'une multitude d'éléments divers, de facteurs entrant dans des quantités composées, continuellement employées dans les calculs, dépendent, quant à leur grandeur, de cette distance, et subissent le contre-coup de toutes les modifications qu'on peut reconnaître nécessaire d'y apporter, on comprend qu'un élément qui se retrouve partout mérite d'être étudié et déterminé avec tout le soin possible.

---

Afin de donner un point de départ à notre exposé et de faciliter au lecteur la comparaison des évaluations diverses de la distance solaire, nous prenons un chiffre provisoire et nous choisissons celui de 24068 rayons terrestres qui correspond à la parallaxe trouvée par Encke en 1824 et conservée dans la Connaissance des temps jusqu'en 1868.

En considérant d'un coup-d'œil rapide la marche des idées sur le sujet qui nous occupe, depuis les temps les plus anciens jusqu'à nos jours, nous trouvons d'abord de

(1) On sait, par exemple, que ce qui empêcha pendant quelques années Newton de vérifier son calcul relatif à la grande découverte de l'attraction, ce fut le manque de données suffisamment exactes sur la grandeur absolue de la terre.

simples appréciations privées de tout caractère scientifique ; celle par exemple que nous avons citée en commençant. Aristarque de Samos, le premier, vers l'an 280 avant l'ère chrétienne, essaya de conclure la distance du soleil de la mesure de l'angle que forment entre elles les deux lignes visuelles menées au soleil et à la lune alors que celle-ci est en quartier.

Plusieurs circonstances faciles à imaginer, s'opposaient à ce que cette méthode, juste en théorie, pût fournir, surtout avec les instruments d'alors, un résultat suffisamment précis. Cependant, après dix-neuf siècles, pendant tout le cours desquels on s'en tint à l'évaluation du philosophe grec, on reprit momentanément sa méthode, mais avec des instruments meilleurs et l'on ne tarda pas à tripler, puis à décupler le chiffre de 1200 rayons terrestres auquel il était arrivé ; Kepler trouva 3500 rayons ; Wendelin, au moyen du télescope, 14,000. Les observations de la parallaxe de Mars, faites au dix-septième siècle, par Richer à Cayenne et par Cassini et d'autres à Paris, conduisirent au chiffre d'environ 21 mille rayons. Les résultats de l'observation du passage de Vénus sur le soleil en 1769 furent encore une élévation de ce chiffre qui atteignit son apogée (24,000 rayons) en 1824, par suite du travail critique accompli par l'astronome Encke sur les résultats que nous venons de mentionner.

Dès lors il s'est écoulé trente à quarante ans, au bout desquels les matériaux qui avaient servi au travail de Encke furent, de la part d'un autre savant, l'objet d'une nouvelle révision qui conduisit à une légère augmentation de la parallaxe admise et par conséquent à une diminution proportionnelle ou à peu près de la distance solaire. Depuis 1869, la Connaissance des Temps inscrit dans ses

colonnes comme parallaxe <sup>(1)</sup> horizontale équatoriale moyenne du soleil, le chiffre de 8"86 trouvé par Powalki et auquel correspond une distance de 23280 rayons terrestres équatoriaux. M. Leverrier donne un chiffre encore un peu plus élevé (8"95), inférieur pourtant encore à celui (8"957) qui résulte des travaux de Foucault sur la vitesse de la lumière. Le chiffre le plus élevé de tous est celui de Winnecke, 8"964.

Voilà où nous en sommes maintenant. Si l'on adopte pour limites des nombres possibles 8"86 et 8"93, afin de tenir compte aussi de la parallaxe de Hansen (8"916), on a une incertitude de 0",05 soit  $\frac{1}{17.8}$  de la quantité elle-même, soit pour la distance 131 à 132 rayons terrestres. Dans les limites de 8"80 à 9", l'incertitude de  $\frac{1}{10.0}$  de seconde d'arc sur la parallaxe emporte une incertitude d'environ 26 rayons terrestres ou 35 à 40 mille lieues pour la distance.

L'observation du prochain passage, préparée de longue main, accompagnée de tout ce qui peut en assurer le succès, tranchera sans doute la question et permettra peut-être de dépasser l'espérance exprimée par feu M. Delaunay, qu'on pourrait alors connaître à  $\frac{1}{100}$  près la distance cherchée.

---

(1) La parallaxe solaire est l'angle sous lequel, du centre du soleil, on verrait le demi-diamètre de la terre; la parallaxe de la lune est pareillement l'angle sous-tendu à la lune par la même base du demi-diamètre équatorial de la terre. On comprend tout de suite qu'il y a un rapport immédiat entre l'angle sous-tendu par une grandeur appelée base et la distance où se trouve cette base; plus la distance est grande, plus l'angle est petit. Supposons deux télescopes dirigés de deux fenêtres d'une maison sur un ballon qui s'éloigne, plus la distance deviendra grande, plus l'inclinaison réciproque des deux lignes visuelles aboutissant au ballon s'affaiblira.



Si le soleil n'était pas si éloigné, on pourrait en calculer la distance comme on le fait pour la lune, par la mesure directe de la parallaxe, c'est-à-dire, nous le répétons, de l'angle que forment entre elles deux lignes droites qui, partant de deux points terrestres qu'on prend aussi distants que possible l'un de l'autre, se rejoignent au centre de l'astre observé. Mais, pour le soleil, de telles lignes sont, à très peu près parallèles entre elles, et leur inclinaison réciproque est impossible à mesurer avec une précision suffisante. Il faut donc recourir à des méthodes indirectes.

Il y en a plusieurs ; mais, obligés de nous restreindre, nous n'entrerons dans aucun détail à ce sujet et nous le regrettons d'autant moins que nous pouvons, avec un grand avantage, adresser le lecteur désireux de s'instruire là-dessus à l'excellent travail inséré par M. Delaunay dans l'Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année 1866, travail dans lequel ces méthodes sont exposées avec une remarquable clarté. Nous nous bornerons à mentionner l'observation faite par M. Leverrier dans les Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, année 1873, que la considération des inégalités causées par la terre dans les mouvements de Vénus et de Mars offre une méthode qui, avec le temps, doit égaler en précision ce qu'on peut attendre de la mesure de la parallaxe et ultérieurement surpasser cette mesure. M. Leverrier paraît disposé à croire que ce temps est arrivé, et que, dès maintenant, il est plus profitable de conclure la parallaxe de la masse de la terre que de faire l'inverse. « La mesure par les passages conserve, dit-il, tout son intérêt, à la condition d'une extrême exactitude, et pourvu que l'astronome puisse répondre de la valeur de la parallaxe à  $\frac{1}{100}$  de seconde d'arc près, soit

$\frac{1}{900}$  du chiffre total. » Nous ajouterons que, comme le fait observer M. Radau (*Revue des Deux-mondes*, 15 janvier 1874), la concurrence et la rivalité des méthodes sont la vie de la science.

C'est donc à la méthode des passages que nous nous arrêterons ; et ici même nous serons aussi succinct que possible.

---

L'orbite de Vénus étant intérieure à celle de la terre, le cours de cette planète est plus rapide et cela dans une proportion telle, que la période moyenne au bout de laquelle les deux astres se rencontrent dans une même direction et d'un même côté du soleil est, à très peu près de 584 jours. Mais ces rencontres, appelées conjonctions inférieures, ont lieu successivement sur différents points des deux orbites, soit à différents degrés de longitude céleste. Il vaut la peine de rappeler dans quel ordre elles se suivent. Les trois premières forment un V sur l'une ou l'autre des deux orbites ; les deux suivantes arrivent en des points intermédiaires, de sorte que les cinq ensemble forment un pentagone presque régulier et qui est terminé au bout de huit ans moins deux jours. Les cinq suivantes forment un second pentagone dont chaque sommet se trouve placé à côté et tant soit peu en arrière de celui qui a été formé huit ans auparavant. Au bout de 243 ans, les espaces d'un sommet à l'autre sont remplis ; il y a sur l'orbite 152 points où ont eu lieu des conjonctions inférieures et la cent cinquante-troisième tombe à très peu près sur le point où avait eu lieu la première. Il y a eu en effet 243 ans depuis le passage du 6 décembre 1631 à celui qui arrivera le 9 décembre prochain. Les deux passages de 1761 et 1769 ont eu lieu au mois de juin de chacune

de ces deux années et se répèteront en 2004 et 2012. Il ne peut y en avoir d'intermédiaires, puisque les seules conjonctions qui puissent donner lieu à des passages sur le disque du soleil sont celles qui ont lieu très près des nœuds, c'est-à-dire des deux points opposés où passe la ligne d'intersection des plans des deux orbites. Qu'il nous soit permis de remarquer en passant que les conjonctions inférieures de Vénus avec les planètes Mars et Jupiter présentent des modes différents de répartition des points où elles ont successivement lieu. Celles de Mars et de Vénus ont lieu tous les 334 jours, en moyenne, alternativement dans une partie, puis dans la partie opposée de l'orbite, qu'elles remplissent en 32 ans, pendant lesquels il y a 35 conjonctions inférieures. Celles de Jupiter et de Vénus se suivent constamment dans le même sens d'Orient en Occident; pendant une révolution sidérale de Jupiter, les deux planètes se rencontrent 18 fois. Or, ceci n'est pas un pur objet de curiosité, mais un fait qui nous met sous les yeux le mode suivant lequel s'exerce l'attraction des planètes et les compensations de différents ordres qui s'établissent par suite des diverses répartitions des points de rencontre. Il est clair en effet que lorsqu'une même influence perturbatrice a son maximum d'intensité pendant une suite d'années dans la même partie ou sur des points directement opposés d'une orbite, elle produit un dérangement plus sensible que lorsqu'elle se répand dans le même temps sur les divers points du cours de la planète.

On comprend la rareté des passages quand on réfléchit au peu d'étendue de l'espace dans lequel ils peuvent avoir lieu avant et après les nœuds des orbites. Dès que celles-ci, en effet, se trouvent, par suite de leur inclinai-

son réciproque, écartées l'une de l'autre d'une quantité supérieure au demi-diamètre apparent du soleil, il ne peut plus y avoir de passage. Lorsqu'un de ceux-ci a eu lieu un peu en avant d'un des nœuds, il y en a ordinairement encore un, huit ans plus tard, un peu en arrière du même nœud, puis, 113 ans et demi après ce dernier, deux passages ont lieu autour du nœud opposé, et par conséquent dans la saison opposée; enfin, au bout de 113 ans et demi, depuis le second de ces deux passages, recommence le cycle de 243 ans.

Lors d'un passage, on voit la planète traverser le disque solaire de gauche à droite, sous forme d'un petit disque très noir, qui éclipse environ  $\frac{1}{300}$  de la surface brillante du soleil.

Il en est ici comme de deux personnes qui, de deux points différents du rivage, observeraient les positions relatives de deux bateaux cheminant en sens contraire avec des vitesses et à des distances différentes. La durée d'un passage peut aller jusqu'à six, sept, et même huit heures, quand la corde parcourue se rapproche du centre. La durée du prochain passage sera de quatre heures et deux tiers. Le milieu de cette durée de temps tombant sur 4 heures et quart du matin, temps moyen de Paris, le passage ne sera pas visible dans nos contrées non plus que dans toute l'Europe occidentale. Mais nous pouvons conclure de cette indication quels seront les pays où on le verra tout entier. Ce seront évidemment les contrées placées à droite et à gauche du méridien qui aura midi à ce même instant du milieu du passage, et ce méridien est distant à l'est de celui de Paris de 7 heures trois quarts, soit environ 116° longit. est. Les pays favorisés seront donc

la Sibérie orientale, la Chine, les îles de la Sonde, l'Australie, etc.

---

Les astronomes observateurs sont mis à même, par des calculs préparatoires tout à fait analogues à ceux qu'exige la prédiction des éclipses de soleil, de se représenter d'avance les diverses circonstances du passage, et de diriger leurs télescopes vers le point où la planète fera son entrée sur le disque solaire. Si, sur un cercle représentant le soleil, on trace un diamètre horizontal répondant à l'Ecliptique, le point d'entrée devra être placé à 49 degrés au-dessus de l'extrémité gauche de ce diamètre, et le point de sortie à 67 degrés au-dessus de son extrémité droite. La ligne unissant ces deux points sera la corde parcourue par la planète sur le soleil, pour un observateur qui serait placé au centre de la terre. Mais il ne faut pas oublier que le point nord du soleil ne se trouve placé dans le vertical passant par le centre de l'astre que lorsque celui-ci est au milieu de sa course diurne, tandis que, pour toutes les autres positions, il faut le chercher dans le grand cercle qui va du soleil au pôle.

Maintenant, si le soleil est assez éloigné pour que son lieu apparent dans le ciel soit extrêmement peu déplacé par des changements de position de l'observateur à la surface du globe, l'effet de ceux-ci n'est pourtant pas absolument insensible, mais il est beaucoup plus marqué pour Vénus, plus rapprochée de nous que le soleil. Il en résulte que l'observateur placé vers le nord verra la planète traverser le disque du soleil un peu plus bas que l'observateur placé vers le sud. L'observateur à l'ouest verra le soleil tant soit peu plus à l'est, et la planète passablement plus reculée dans cette même direction que l'observateur placé

à l'est au même moment. Les lignes visuelles des observateurs se croisent à la planète et arrivent sur le disque du soleil avec un écartement qui est comme la reproduction des distances terrestres entre les stations. Le mouvement de rotation de la terre introduit du reste ici un élément fort utile, puisque, par suite de ce mouvement, l'observateur à l'Ouest se trouve devenu au bout d'un certain temps observateur à l'Est.

Ce sont ces petites différences de position apparente de la planète sur le disque du soleil qui sont l'objet de l'observation dans les passages de Vénus, et qui, constituant des parallaxes, fournissent par là même des mesures de distance des astres observés, à la terre. Mais ces quantités à mesurer sont extrêmement faibles, malgré la grandeur relative de la parallaxe de Vénus ; ensuite, si nous pouvons figurer des cordes diverses sur le papier et en mesurer la distance avec un compas, rien de cela ne se voit à la surface du soleil ; et enfin un mouvement incessant modifie constamment les positions relatives des astres. Tout autant de causes de difficulté pour l'observation. Aussi peut-on bien croire qu'on ne fût jamais parvenu à obtenir des résultats suffisamment exacts, si l'illustre Halley n'eût, dès le 17<sup>e</sup> siècle, engagé les astronomes, d'abord à employer l'observation des passages de Vénus à la détermination de la distance du soleil, et ensuite à substituer dans cette observation les mesures de temps aux mesures d'angles. Cette méthode présente un double avantage. Vénus passant assez près de la terre lors des conjonctions inférieures, fournit en effet une parallaxe relative deux fois et demi aussi grande que celle du soleil, et qui, pouvant être observée au commencement et à la fin du passage, donne un nombre quintuple

de celui que l'on cherche ; et puis le rapport qui existe entre le mouvement de la planète et celui du soleil est tel, que par la substitution mentionnée tout à l'heure, l'observateur se place dans la position avantageuse du naturaliste qui observe un petit objet au moyen du microscope. La différence de durée du passage pour Pékin et pour le centre de la terre est de 678 secondes de temps, et nous avons trouvé pour Pékin une parallaxe de  $8''.7$ , d'où il résulterait qu'ici une seconde de temps correspondrait à  $\frac{1}{80}$  environ de seconde d'arc dans la parallaxe du soleil. Ainsi, mesurer les différences de durée du passage, relatives aux distances entre des stations différemment placées à la surface de la terre, rapprocher les différentes observations et conclure de là le rapport qu'il y a entre la grandeur du rayon terrestre et celle de la distance au soleil, tel est le fond de la méthode de Halley.

Enfin, il faut considérer que ces petites différences de position sur le disque du soleil, créées par les différences de position des observateurs à la surface de la terre, ces reproductions sur le disque solaire des distances terrestres ne doivent pas être attribuées d'une manière absolue et exclusive à l'astre qui est le plus déplacé, mais à tous les deux et dans la proportion inverse de leur distance à la terre. C'est donc, non pas la parallaxe absolue de Vénus qu'on obtient par la mesure de ces petits déplacements apparents, mais la parallaxe relative de la planète, ou la différence entre cette parallaxe et celle du soleil. Or, il suffit de rapprocher de cette différence, le rapport des deux parallaxes ou rapport des distances du soleil et de Vénus à la terre, donné exactement et en tout temps par la troisième loi de Kepler, pour pouvoir conclure de là les parallaxes elles-mêmes, et par consé-

quent les distances, puisque connaissant la différence et le rapport de deux nombres, l'algèbre élémentaire nous donne le moyen de trouver les deux nombres eux-mêmes.

---

Halley s'était exagéré les avantages de sa découverte; les difficultés n'avaient point toutes disparu, comme on a pu en faire l'expérience lors du passage de 1769. Plusieurs des observateurs ont été embarrassés par un phénomène optique auquel on ne s'attendait point. La planète entrée en entier sur le disque du soleil semblait s'allonger un peu du côté du bord de cet astre et l'on ne pouvait bien saisir l'instant où les deux pointes brillantes venaient se rejoindre à gauche du petit disque obscur de Vénus. Mais on a tout lieu de croire que la cause de cette apparence embarrassante doit être cherchée dans l'imperfection des objectifs et de la mise à point des oculaires; les conditions des instruments actuels étant bien meilleures, et les observateurs étant avertis, on peut croire que cette difficulté ne se représentera pas. Il en naîtra peut-être d'autres; c'est le lot de toutes les recherches humaines. Mais de nouveaux et importants moyens d'exploration ont été mis à la portée des astronomes depuis l'époque du dernier passage, la photographie et la spectroscopie. Par la première de ces deux admirables inventions, la position de Vénus sera imprimée d'instant en instant sur une plaque sensible mue au moyen d'un mécanisme et pourvue de tout ce qui est nécessaire pour l'orientation ultérieure des images. Ici encore se présentent de nouvelles questions. Emploiera-t-on de grands instruments donnant d'emblée des images de grandes dimensions ou des instruments plus portatifs, mais exi-



geant l'amplification ultérieure des épreuves. On emploiera sans doute les deux méthodes. Et puis, comment éviter toute déformation des photographies dans la dessiccation ou dans tel autre des procédés mécaniques nécessaires ? On sent qu'il y a là plus d'une cause d'insuccès qui demande à être étudiée et prévenue. Enfin, le P. Secchi espère, ensuite de l'application qu'il a faite de la spectroscopie à l'observation d'une éclipse de soleil, qu'on pourra, par ce moyen, suivre le mouvement de la planète, sans cela invisible, un peu avant son premier contact avec le disque solaire, et utiliser ainsi les contacts extérieurs à peu près impossibles à observer jusqu'ici, puisque avec les instruments ordinaires on ne commence à apercevoir la planète que lorsqu'elle a déjà commencé à entamer le bord du disque solaire.

Nous voici donc bien préparés, et, en pensant à tous les instruments qui se construisent, nous pouvons dire armés de pied en cap pour marcher à la conquête, non pas d'un empire ou d'une province, mais seulement d'un petit coin de terrain de plus pour notre domaine scientifique. Aussi bien n'aiguise-t-on ni lances ni épées, mais on polit des verres ; on ne fond point de canons, on ne forge point de fusils, mais on fabrique des tubes de télescopes ; le feu du combat ne sera pas autre que le zèle des observateurs et la clarté brillante du soleil. Nous ne pouvons en conséquence que faire toutes sortes de vœux pour la réussite de toute l'œuvre, mais pas plus assurément que nous n'en faisons pour la paix du monde et la prospérité des peuples.

17 mars 1874.

---

## NOTE

sur les

## NUMMULITES DE CRIMÉE

par

**Phil. de la Harpe, D. M.**

L'été dernier, je passai en Crimée quelques jours que j'employai à visiter les parties méridionales de cette presqu'île. Il y a là des vues et des paysages dont la beauté peut soutenir la comparaison avec les sites les plus magnifiques des lacs de l'Italie, de la côte septentrionale de la Méditerranée et même de nos lacs suisses. Je laisse à d'autres le plaisir de les décrire. Il y a là encore des richesses historiques enfouies dans le sol, à chaque pas, et qui proviennent de tous les âges de l'humanité, jusqu'à la plus haute antiquité. Les savants y trouveraient une ample richesse de faits ignorés encore.

La géologie de cette contrée est mieux connue; elle a déjà été décrite par MM Dubois de Montpéroux, de Verneuil, et par d'autres savants. Notre course rapide ne m'a pas d'ailleurs permis de recueillir de nouveaux faits généraux. Les seuls fossiles que j'y aie récoltés sont les nummulites. J'en ai rapporté de la tranchée du chemin de fer, à l'entrée de la vallée d'Inkiermann, et des collines autour de Bagtchisarai. Il m'a paru intéressant de comparer ma petite moisson avec ce que MM. d'Archiac et Haime ont publié déjà en 1853 sur la faune des nummulites de la

Crimée (*Monographie des Nummulites*, dans le vol. intitulé : *Description des animaux fossiles de l'Inde*, par MM. d'Archiac et Haime. Paris, 1853, tableau, page 86).

Ce qui m'a le plus frappé, c'est la conformité de leurs observations et des miennes, comme il ressort du tableau suivant :

| ESPÈCES.                                | Variétés.       | Citées par d'Archiac et Haime. | Rapportées par moi de Sébastopol. | Rapportées de Bag-tchiseraï. |
|-----------------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 1. <i>N. distans</i> Desh.              | type            | +                              | +                                 | +                            |
| id.                                     | <i>depressa</i> | +                              | +                                 | +                            |
| 2. <i>Tchihatcheffi</i> d'Archiac . . . | type            | +                              | +                                 | +                            |
| 3. <i>Lucasana</i> Deufr. .             | var. a          | —                              | +                                 | —                            |
| 4. <i>Ramondi</i> Deufr. .              | type            | +                              | +                                 | +                            |
| 5. <i>biaritzensis</i> d'Arch. . . . .  | »               | +                              | +                                 | +                            |
| 6. <i>irregularis</i> Desh.             | »               | +                              | —                                 | —                            |
| 7. <i>Guettardi</i> d'Arch.             | »               | +                              | +                                 | +                            |
| 8. <i>spira</i> de Roissy .             | »               | —                              | +                                 | +                            |
| 9. <i>exponens</i> d'Arch.              | var. a          | +                              | +                                 | +                            |
| 10. <i>Leymeriei</i> d'Arch.            | type            | +                              | +                                 | +                            |

Ce tableau nous montre que de dix espèces actuellement connues de Crimée, MM. d'Archiac et Haime en connaissaient huit et nous-même neuf; ils connaissaient la *N. irregularis*, que nous n'avons pas trouvée, et nous avons récolté les *N. spira* et *Lucasana*, dont ces savants n'ont pas eu communication.

La détermination des espèces que nous venons de citer ne laisse des doutes que pour une seule, la *N. biaritzensis*. MM. d'Archiac et Haime la citent déjà avec un point d'interrogation, et vraiment les échantillons que j'ai rapportés ne sont pas sans présenter de sérieuses difficultés de détermination. Sans doute, les caractères extérieurs et intérieurs offrent une grande conformité avec ceux de la *biaritzensis* type, de Suisse, d'Allemagne et d'Italie; mais d'un autre côté nos échantillons de Crimée sont si semblables à la *N. Ramondi*, qui se trouve partout à côté d'elle, que l'on serait tenté de réunir ces deux espèces et de ne voir dans la *N. biaritzensis* de Crimée qu'une *Ramondi* âgée, exceptionnellement grande. De nouvelles études peuvent seules élucider cette question.

Les petites espèces plus ou moins arrondies qui se trouvent à Sébastopol sont au nombre de quatre : ce sont les *N. Tchihatcheffi*, *Lucasana*, *Guettardi* et *Ramondi*. Leurs caractères extérieurs ne suffisent absolument pas pour les distinguer les unes des autres. La *Lucasana* seule se distingue par les granulations de sa surface, et, dans nos quelques échantillons, ces granulations sont rares, mais volumineuses, la coquille est petite et renflée, les plis en sont effacés. C'est donc la *var. a.* de MM. Archiac et Haime. Quant aux trois autres espèces, comme leur surface est volontiers lisse par suite de l'effacement des plis rayonnants que l'on observe ailleurs sur les *N. Ramondi* et *Guettardi*, il faut nécessairement les briser pour les déterminer. La *N. Tchihatcheffi* montre alors sa large chambre centrale et sa spire lâche; la *Guettardi*, sa petite chambre centrale et sa spire serrée; la *Ramondi*, sa spire régulière sans chambre centrale. Quant à la *Lucasana*, ses caractères intérieurs la rapprochent singulièrement de la

*Tchihatcheffi*, cependant sa spire est moins lâche et plus régulière et sa chambre centrale moins grande : il en est du moins ainsi dans les exemplaires de Crimée. Sur neuf petites nummulites arrondies et à surface lisse, il s'est trouvé en les brisant quatre *N. Tchihatcheffi*, trois *Guet-tardi* et deux *Ramondi*.

Une autre question d'un haut intérêt pourrait trouver une solution par une étude approfondie du nummulitique inférieur de Crimée. En visitant les environs de Bagtchisarai, nous nous arrêtaâmes au monastère d'Uspenski, situé à une lieue environ de l'ancienne résidence des chans tartares. Ce couvent est en grande partie creusé dans le roc; les diverses chapelles et les cellules sont des excavations pratiquées dans un calcaire grossier et crayeux, blanc et parfaitement sec; tout comme en face, de l'autre côté du vallon, se voient, creusées dans les mêmes couches, les habitations antéhistoriques des premières populations de la Crimée. Ce calcaire blanc crayeux est-il tertiaire ou crétacé? Il est en tout semblable à celui des collines de Bagtchisarai, qui est pétri de nummulites. Quels sont les fossiles qu'il renferme? Le premier qui s'offrit à mes regards fut une *Nummulites distans* Desh.; le second fut une bélemnite, puis une gryphée, et de nombreux petits pecten.

La bélemnite, ou plutôt le fragment de bélemnite, que j'ai recueilli est de petite taille. Il montre la pointe d'un rostre; l'alvéole manque. La coupe transversale, presque ronde, ne présente qu'un très-léger aplatissement sur l'un des côtés. La pointe est un peu allongée. Ce fragment de rostre diffère peu de celui de la *Belemnitella minor nata*, d'Orb, elle est aussi terminée par une pointe

mucronée comme cette espèce caractéristique du sénonien.

J'ai communiqué tous les fossiles du monastère d'Uspenski à M. Ooster, de Genève, qui a eu l'obligeance de les étudier. Il m'a adressé à leur sujet une note que je prends la liberté de transcrire ici :

« Vous avez recueilli à Bagtchisarai, dans une même couche (monastère d'Uspenski) : *Nummulites distans* Deshayes. Mémoires, soc. géol. franç. 1<sup>re</sup> série, III, pl. 5, fig. 17-22. *N. Ramondi* DeFrance.

Vous nous avez communiqué de la même couche : une jeune valve de ? *Ostrea gigantea* Brander, *latissima*. Deshayes, l. *supracitato*, fig. 19; une grande et une petite valve inférieure d'*Ostrea cymbiola* (*Gryphæa*) Deshayes, Coquilles fossiles de Paris, I, pl. 47, fig. 4-6; une valve de ? *Pecten scabridus* Eichwald, *Lethæa Rossica* III, pl. 4, fig. 4 abc (variété?); deux valves ? *Pecten scabridus* Eichwald, variétés, l. c. fig. 6. — Ces deux formes de *Pecten* diffèrent des formes citées par un moins grand nombre de côtes rayonnantes. Ce sont peut-être de nouvelles espèces? (Dubois de Montpéroux a cité de Bagtschisarai un *Pecten spec.* indéterminé); une pointe de Bélemnite, — peut-être la pointe du rostre inconnu de... La seule Bélemnite tertiaire bien connue est jusqu'à présent la (rare) *Belemnites rugifer* Schloenbach, du Numulitique de Ronca (tufs), dans le Jahrbuch k. k. geol.-Reichsanstalt, XVIII, 1868, page 455, pl. 11, fig. 1 a-b.

Vue sous un certain jour, la pièce semble effectivement couverte des petites rides longitudinales de l'espèce. Celle-ci ne montre que deux sillons ou impressions latérales affaiblies et s'effaçant en arrière. La coupe transversale

ne correspond pas mal avec celle indiquée par Schloenbach pour la tranche postérieure de son échantillon incomplètement figuré. »

Berne, le 12 novembre 1873.

OOSTER.

Que faut-il conclure de ces données? La présence de deux nummulites tertiaires et de l'*Ostrea cymbriola* Desh., est-elle suffisante pour caractériser l'âge tertiaire des couches du monastère d'Uspenski? Alors la bélemnite serait tertiaire. Ou bien ces couches sont-elles crétacées, comme semblerait l'indiquer la présence de ce céphalopode, et alors l'*Ostrea* et les nummulites remonteraient jusqu'à la craie?

Ce que l'on a pu observer dans d'autres contrées n'est pas de nature à résoudre la question.

D'un côté nous savons qu'à Ronca, en Italie, et à Bremier, en France, on a trouvé, dans des couches positivement suéssoniennes, des bélemnites qui forment deux espèces voisines l'une de l'autre. M. Munier-Chalmas les a sorties du genre *Belemnites* pour en faire le type d'un genre nouveau, qu'il a nommé *Bayanoteuthis*, Munier. <sup>(1)</sup>

D'un autre côté, les *Nummulites variolaria*, Sow, *cretacea* Fraas, et *arbiensis* Conrad, ont été recueillies par MM. O. Fraas, <sup>(2)</sup> Roth et d'autres encore, en Palestine, à Garizim, à Samarie et à Jérusalem, en compagnie d'hippurites et d'autres fossiles positivement crétacées. — *Sub judice lis est.*

(1) Bulletin de la société géologique de France, 2<sup>e</sup> série, tome XXIX, p. 530. 1872.

(2) O. Fraas. *Aus dem Orient*. Stuttgart, 1867.

## Influence de la lumière sur le développement des larves de grenouilles.

PAR

J.-B. Schnetzler, professeur.

Des œufs de la grenouille brune (*Rana temporaria*) pris dans un étang près de Lausanne, le 17 mars 1873, furent placés dans un bocal avec une touffe d'anacharis alsinastrum prise dans le même étang. Huit jours après les larves étaient écloses. Elles furent séparées en deux groupes; chacun se composait d'une vingtaine de larves. Les unes furent placées dans un endroit complètement obscur, dans lequel l'air se renouvelait cependant facilement; les autres furent placées à la lumière du jour. Les deux groupes étaient amplement pourvus de plantes d'anacharis. Les larves du second groupe furent mangées par des tritons; mais elles furent remplacées plus tard par d'autres larves.

Les larves placées dans l'obscurité grandirent très lentement; elles se distinguaient surtout par l'absence presque complète du pigmentum noir qui se développe dans la peau de celles qui sont exposées à la lumière. La queue surtout était presque incolore et transparente; elle fournit alors une occasion parfaite pour observer la circulation du sang. Même la partie antérieure du corps reste assez trans-



parente pour qu'on puisse observer facilement le développement et les fonctions des organes qui s'y trouvent. La digestion s'opérait bien, les larves malgré leur pâleur et leur transparence dévoraient avidement les feuilles d'anacharis, qui furent souvent renouvelées. Les yeux se développèrent assez normalement. Malgré leur vivacité, ces larves restèrent petites. Au bout de trois mois, elles avaient à peine 3 à 4 centimètres de longueur, on n'apercevait au bout de ce temps aucune trace de membres; les branchies intérieures n'étaient pas encore remplacées par des poumons. Les larves de *Rana temporaria* parcourent dans les étangs de la plaine toutes leurs métamorphoses en trois mois et se transforment alors en petites grenouilles. Dans les Alpes, la température basse et la pauvreté des eaux produit quelquefois un arrêt de développement chez les larves de la même espèce qui doivent attendre alors une seconde année pour achever leur métamorphose.

Au mois d'octobre (30), c'est-à-dire après plus de sept mois, les larves placées dans l'obscurité étaient toujours pâles, diaphanes; elles avaient environ 4 centimètres de longueur; mais aucune trace de membres. Les branchies intérieures persistaient encore; cependant les poumons commençaient à fonctionner simultanément avec les branchies.

Pour voir jusqu'à quel point la privation de lumière agissait sur le développement des membres et des organes respiratoires des larves de grenouilles, je pris au mois d'août une dizaine des larves placées dans l'obscurité et je les portai dans de l'eau exposée à la lumière du jour. Celle-ci les éblouissait, et pour la fuir, elles se cachaient pendant quelques jours sous des fragments de

tuf qui se trouvaient dans mon petit aquarium. Peu à peu elles s'habituèrent à la lumière ; elles grandissaient rapidement et nageaient vivement dans l'eau. Le pigmentum de leur peau se développait ; les yeux devenaient plus noirs et au mois de septembre on vit apparaître les pattes postérieurs, puis celles de devant. Les branchies intérieures firent complètement place aux poumons et la respiration devint entièrement aérienne. La larve était métamorphosée en grenouille, sauf la queue qui persistait encore. A cette époque, comme nous l'avons dit, les larves placées dans l'obscurité n'avaient pas trace de membres et respiraient encore en grande partie par des branchies. La température, l'eau et la nourriture ayant été les mêmes pour les larves placées dans l'obscurité et pour celles qui étaient à la lumière, il résulte de cette observation que la privation de lumière diminue et arrête presque complètement la formation des matières colorantes de la peau, qu'elle arrête ou retarde le développement des membres et qu'elle retarde le développement et les fonctions des poumons.

J'ai encore eu occasion de constater une observation faite par Fatio, Rathke, Mébius, Leydig et Collin, savoir que les larves de grenouilles ne sont pas comme on l'a prétendu exclusivement phytophages. Elles se dévorent volontiers les unes les autres et les plus faibles deviennent presque toujours victimes des plus fortes et des plus grandes.



Contrôleur électrique des rondes du guet et des gardiens de nuit; perfectionnements divers. Application du même principe au contrôle de la manœuvre des disques-sigaux et des aiguilles, et à celui de l'arrivée et des départs de trains des Chemins de fer.

Par

**H. CAUDERAY,**

inspect. des télégraphes des chemins de fer de la Suisse Occid., à Lausanne.

*—*

Dans la séance du 2 mars 1870, j'ai déjà présenté à la Société un appareil électrique de notre invention, destiné spécialement à contrôler le service du guet, des veilleurs et gardiens de nuit. Cet appareil est immédiatement entré dans la pratique et il fonctionne aujourd'hui à l'entière satisfaction des personnes ou administrations qui en font usage.

Je rappellerai que cet appareil est simplement composé d'un mécanisme d'horlogerie mettant en mouvement un cadran ou une bande de papier destinés à recevoir l'empreinte d'une pointe métallique, actionnée par un électro-aimant, chaque fois qu'un agent touche l'un des boutons-contacts relié à l'appareil par un fil conducteur. L'empreinte ou piqure laissée par la pointe indique le moment exact où le bouton a été touché.

La pratique et les demandes qui nous ont été adressées

nous ont démontré que diverses combinaisons et perfectionnements pouvaient être introduits et que le contrôleur électrique est susceptible de recevoir plusieurs autres applications.

Outre les perfectionnements apportés à l'appareil lui-même, nous avons reconnu qu'il était très nécessaire, dans certains cas, de pouvoir transmettre des signaux donnant divers avis, tels que des signaux d'alarme, annonce d'incendies, demandes de secours, etc.

Le même appareil peut également être disposé pour servir à contrôler et enregistrer : 1° la manœuvre des disques signaux des chemins de fer ; 2° la manœuvre des aiguilles des voies principales ; 3° l'heure exacte de l'arrivée et du départ des trains dans les gares principales.

#### **A. Perfectionnements et constructions diverses de l'appareil.**

Le mouvement d'horlogerie dont il est question plus haut peut être mu par un poids ou un ressort et être établi de façon à fonctionner 24, 48 heures ou huit jours suivant les exigences du contrôle à établir.

Nous avons utilisé dans certains cas les mouvements d'horloges électriques sympathiques, on peut même utiliser des mouvements d'horloges électriques automatiques. Ce dernier système est naturellement plus coûteux.

Les cadrans enregistreurs, en papier peuvent être circulaires, ou rectangulaires enroulés sur un cylindre, ou bien être transformés en bandes de papier se déroulant avec une vitesse connue et d'après laquelle ils sont gradués,

Avec les cadrans, l'appareil électrique se compose d'une série d'électro-aimants pourvus chacun d'une ancre munie d'une tige piqueuse.

Les électro-aimants sont disposés en ligne droite ou en demi-cercle, suivant le système de cadrans adopté.

Nous avons aussi essayé avec succès les cadrans imprégnés avec une dissolution de cyanure de potassium, laquelle donne des empreintes au passage du courant électrique de la même manière que dans les télégraphes électro-chimiques de Bain, lesquels fonctionnent encore actuellement aux Etats-Unis. Dans ce cas, les électro-aimants sont supprimés et remplacés par un peigne dont les dents sont formées de fils métalliques très flexibles, communiquant isolément, par un fil conducteur, avec chaque bouton contact; ces dents sont en contact à frottement doux avec la surface du cadran ou de la bande de papier préparé. Cette disposition, qui permet de supprimer les électro-aimants, simplifie beaucoup l'appareil, par contre la préparation des cadrans est plus coûteuse et moins pratique que le gaufrage.

Pour les *contacts*, on peut utiliser de simples boutons-contacts ordinaires semblables à ceux des sonneries électriques; cependant, dans les gares de chemins de fer, où ces appareils sont exposés à des causes de destruction accidentelles ou volontaires, nous avons employé avec succès des serrures ordinaires en fer très solides, dans l'intérieur desquelles deux lamelles en laiton isolées et reliées l'une avec la ligne et l'autre avec le sol sont mises en communication par le métal formant la barbe de la clef. Chaque tour de clef ferme donc le circuit de la pile et produit une piqure sur le cadran de l'appareil. Ces deux lamelles rapprochées l'une de l'autre sont aussi des

petits parafoudres qui déchargent les lignes de l'électricité atmosphérique, qui s'y accumule en temps d'orage.

Partout où l'on peut employer les conduits du gaz au lieu du sol pour diriger le courant de retour, il faut le faire, car la construction de l'appareil est alors bien simplifiée puisque, tout en ayant l'avantage de n'avoir à placer qu'un seul fil pour relier chaque contact à l'appareil, on peut diminuer considérablement la résistance des électro-aimants et réduire notablement le nombre des éléments de la pile.

#### **B. Demandes de secours.**

Dans certaines circonstances, il est très utile de pouvoir transmettre des avis spéciaux, donner l'alarme, demander du secours, etc., depuis un point quelconque d'un bâtiment, d'une usine ou d'une ville. Le même appareil se prête parfaitement à une combinaison de ce genre, pour laquelle les diverses adjonctions ci-après sont nécessaires suivant la nature des signaux à obtenir.

Si l'on désire transmettre à un poste de police central, par exemple, dans lequel des agents stationnent en permanence, de simples signaux d'appels ou demandes de secours sur tel point, une simple sonnerie électrique ordinaire, ou une sonnerie à courant non interrompu placée sur le fil de retour du système suffira parfaitement; dans ce cas la sonnerie tintera chaque fois que le veilleur touchera l'un des contacts, et pour les demandes de secours un signal conventionnel peut être facilement établi. Quant à la désignation de l'endroit d'où est trans-

mis, l'avis ou la demande de secours, un coup d'œil jeté sur l'appareil indiquera immédiatement de quel contact le signal est parti.

Si des circonstances, s'opposent, à ce que la sonnerie tinte à chaque ronde du veilleur, l'avertisseur électrique, dont nous avons donné la description à la Société (voir Bulletin, vol. X, page 437), peut parfaitement être employé, pour mettre en mouvement une sonnerie d'alarme d'une forte dimension, et grâce à la disposition qui retarde la fermeture du circuit d'une pile secondaire, cette cloche d'alarme resterait muette lors de la pression des contacts de rondes ordinaires par le veilleur pour ne se mettre en mouvement qu'après une pression de contact prolongée au-delà de 3 à 5 secondes.

La dernière piqure sur le cadran indiquerait également d'où est parti le signal d'alarme. Un tableau indicateur spécial pourrait aussi être utilisé dans ce but.

Enfin un appareil Morse complet peut aussi être placé sur le fil de retour, et le gardien de nuit pourrait alors télégraphier des phrases entières à un poste central.

### C. Contrôle de la manœuvre des disques-sinaux et des aiguilles sur les chemins de fer.

Lorsqu'il survient des accidents sur les chemins de fer, il y a fréquemment des contestations entre les mécaniciens et les aiguilleurs, les premiers prétendent que la faute provient du disque signal non fermé, tandis que l'aiguilleur prétend que le disque était parfaitement fermé. Quelques fois les deux agents ont raison; cela proviendrait alors

d'un défaut dans l'appareil qui, bien que régulièrement manœuvré, à temps, aurait mal fonctionné, ce dont l'employé ne se serait pas aperçu. La vérification de ces diverses circonstances est toujours très-difficile et souvent même impossible, après coup, surtout si le fait s'est passé pendant la nuit ou, en l'absence d'agents, les sonneries-contrôle qui tintent pendant la fermeture du disque ne laissant aucune trace de cette manœuvre.

Le même appareil décrit plus haut, ou un appareil spécial, analogue, peut être employé à ce contrôle; un électro-aimant, portant, au lieu de pointe, l'armature d'un crayon, lequel mis par le courant en contact avec le cadran en papier, pendant tout le temps que le disque serait fermé, laisserait une trace continue qui disparaîtrait dès que le disque serait ouvert.

Si c'est un cadran électro-chimique qui est destiné à recevoir l'empreinte, la chose est encore plus facile, mais devrait avoir lieu par une dérivation secondaire du courant. L'appareil de contrôle a du reste l'avantage de pouvoir être placé facilement sur les anciens fils de sonneries de disques, sans déranger en rien leur mouvement.

La manœuvre des aiguilles principales des gares peut aussi être contrôlée de la même façon que les disques-signaux; il suffit d'adapter un contact électrique au levier de l'aiguille et de la relier par un fil souterrain à l'appareil contrôleur.

#### **D. Contrôle automatique des arrivées et des départs des trains.**

A l'arrivée et au départ des trains, un agent doit, dans chaque gare, constater et inscrire sur un registre l'arrivée



et le départ des trains. Cette inscription à la plume pourrait également être remplacée par une empreinte laissée sur un cadran par une émission de courant provenant d'un contact spécial que l'employé serait chargé de toucher, soit à l'arrivée, soit en donnant le signal du départ des trains. Il y aurait certainement par ce moyen une exactitude plus grande et une économie de temps.

En résumé, un cadran unique, d'un diamètre suffisant, qui serait mis en mouvement par l'horloge principale d'une gare, afin d'être en accord d'heure parfait avec elle, pourrait recevoir les empreintes servant au contrôle automatique,

- 1<sup>o</sup> des agents faisant le service de garde de nuit,
- 2<sup>o</sup> des manœuvres des disques-signaux,
- 3<sup>o</sup> de la manœuvre des aiguilles principales,
- 4<sup>o</sup> des arrivées et des départs de trains.

Sans doute qu'il est de bonne administration de prévenir les accidents par l'emploi de bons appareils à signaux, par leur bon entretien, puis surtout par un choix judicieux du personnel plutôt que par une complication trop grande d'appareils de contrôle. Cependant, dans une administration d'une certaine importance, où les chefs ne connaissent pas personnellement chacun de leurs agents, l'emploi d'un contrôle exact n'est pas à dédaigner; il oblige l'employé à une plus grande surveillance, parce qu'il sait qu'en cas d'accident la responsabilité entière serait sans aucune contestation à la charge de l'agent réellement fautif. Donc, au point de vue de la sécurité des chemins de fer, ces appareils peuvent rendre quelques services.

---

## PROCES-VERBAUX.

---

SÉANCE DU 10 JANVIER 1874

au Musée Industriel.

Présidence de M. CUÉNOUD, président.

Secrétaire : M. le D<sup>r</sup> LARGUIER.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Après avoir donné la liste des livres déposant sur le bureau, M. le Président proclame l'admission, au nombre des membres effectifs de la Société, de MM. H. BRUNNER et Ch. BAUTY, présentés à l'assemblée générale de décembre.

M. le président donne connaissance :

1<sup>o</sup> D'une lettre de M. W. de la Rive faisant part à la Société de la mort du professeur DE LA RIVE, son père, et la remerciant d'avoir bien voulu se faire représenter aux obsèques de ce savant.

2<sup>o</sup> D'une lettre de démission de M. A. Soutter, pharmacien, à Morges.

Enfin d'une lettre, signée de M. H. Cauderay et demandant des séances du soir. Sur la proposition de M. Ph. de la Harpe, cette demande est renvoyée au Comité qui préavisera.

## COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

M. le professeur MARGUET lit une notice sur le nouvel observatoire météorologique établi dans la propriété de l'Asile des aveugles à Lausanne, (Voir aux Mémoires du précédent bulletin).

M. Eugène DELESSERT montre deux morceaux de bois fossile dont l'un renferme des nymphes silicifiées. M. Delessert a examiné ces dernières au microscope ; leur surface est écailleuse et leur coupe offre des couches concentriques avec un canal subdorsal. Il serait difficile de reconnaître à quel ordre appartiennent ces insectes.

M. PICCARD, commissaire, lit une notice sur la ventilation et l'assainissement des caves, (Voir aux Mémoires du prochain Bulletin).

M. GUILLEMIN trouve le système rationnel, mais ne croit pas que la disposition des tuyaux imaginée par M. Piccard puisse donner un tirage régulier, à moins qu'on n'établisse des registres à chaque ouverture. En outre, celles-ci devraient être fermées de toiles métalliques pour prévenir les invasions des rats.

M. F. FOREL, prof., fait passer le dessin d'une pièce archéologique, observée par lui à Mâcon, dans la collection Ascelin. Cette pièce, trouvée à Solutré, appartient à l'âge du renne et consiste en un petit os, sur lequel des traits réguliers et distincts ont été tracés par la main de l'homme. M. Forel trouve à ces traits une grande analogie avec les caracières rumiques. En tout cas, le fait est curieux et s'il était appuyé par de nouvelles trouvailles,

on serait en présence des plus anciennes inscriptions connues.

M. FOREL termine sa communication sur les seiches du lac.

M. W. FRAISSE, ingénieur, montre quelques échantillons de roches qu'il a recueillies dans le tunnel du Gothard.

A ce propos, M. le prof. RENEVIER annonce que le Musée cantonal a décidé l'acquisition d'une série d'échantillons de toutes les roches trouvées dans ce tunnel.

M. Forel présente, au nom de M. H. VERNET, à Duillier, une notice sur les entomostracés de la faune profonde du Léman. (Voir aux Mémoires).

---

#### SÉANCE DU 24 JANVIER 1874

au Musée Industriel.

Présidence de M. GÉNOD, président.

Secrétaire : M. le D<sup>r</sup> LARGUIER.

M. le Secrétaire fait lecture du procès-verbal de la Séance précédente.

M. le Président annonce les démissions de MM. de Loës, pasteur à Hülmoz, et Gustave Leresche, préparateur au Musée cantonal. Il lit ensuite une lettre de M. MORF, demandant à être reçu au nombre des membres de la Société et présenté en cette qualité par M. KÄLIN.

M. W. Fraisse présente à la Société quelques volumes dont il fait don à la bibliothèque. Des remerciements sont adressés à M. Fraisse.

## COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

M. Ch. DUFOUR, lors d'un séjour au Grand St-Bernard, a remarqué que les chutes d'avalanches ont beaucoup moins fréquemment lieu pendant un temps couvert que par un ciel serein. Cela s'explique aisément : l'éclaircissement du ciel produit une augmentation de froid, sous l'influence de laquelle les fragments de glace se contractent et finissent par se rompre. Le même fait se produit dans la surface gelée des lacs et des étangs et donne lieu à des craquements répétés. M. Dufour l'a observé sur la place de patinage de Morges pendant une soirée sereine où l'air se refroidissait de 4° par heure.

M. le prof. F. Forel a remarqué que ces craquements se font constamment entendre au moment du coucher du soleil.

M. le prof. F. FOREL revient sur une communication précédente, dans laquelle il donnait pour cause, aux fontaines du lac, la présence de matières grasses flottant à la surface de l'eau. Dès lors, M. Forel a trouvé dans la Feuille du canton de Vaud quelques lignes publiées en 1824 par M. Gilliéron et dans lesquelles ce professeur se demande « si le rapprochement de matières animales ou » grasses qui doivent surnager à la surface de nos lacs et » la consistance qui devrait en résulter pour cette surface » ne pourrait point expliquer pourquoi elle n'est pas par- » tout également ridée lorsqu'un vent léger commence à souffler. » M. Forel voit dans cette coïncidence une confirmation de la justesse de sa théorie.

M. FOREL annonce ensuite que M. le Dr Kubler a bien

voulu étudier les *diatomées* recueillis par lui dans le limon du lac Léman. Vingt et une espèces sont déjà reconnues; parmi elles se trouve une espèce nouvelle dont M. Forel donnera la description dans le Bulletin. (Voir aux Mémoires).

M. FOREL met sous les yeux de la Société quelques représentants de la faune pélagique découverte par P.-E. Muller. Ce sont de petits crustacés parmi lesquels on reconnaît le *Bythotrephes longimanus*, découvert par Leydig dans l'estomac de la ferra du lac de Constance.

M. Forel termine en donnant une description abrégée d'une nouvelle espèce de bythotrefes qu'il a trouvée dans le lac Léman.

M. le prof. SCHNETZLER offre à la Société le catalogue des algues de la Suisse, dressé par Langenbach.

M. SCHNETZLER montre ensuite des dattes carbonisées trouvées dans une amphore romaine provenant des fouilles d'Avenches. Ces dattes, parfaitement reconnaissables, paraissent analogues à celles qui nous viennent aujourd'hui de Syrie et de Palestine.

M. SCHNETZLER termine par quelques observations intéressantes sur l'influence de la lumière dans le développement des larves de grenouilles. Des œufs de *rana temporaria*, recueillis le 17 mars 1873, furent mis dans un bocal contenant les plantes nécessaires à la nourriture des têtards; ce bocal fut lui-même placé dans une complète obscurité. Une fois écloses, les larves s'accrurent fort lentement, sans présenter aucune pigmentation et restant parfaitement hyalines. Après trois mois, on ne voyait pas trace de membres, les yeux étaient à peine formés et la respiration toujours branchiale; au 30 octobre,

dernier jour d'observation, les têtards avaient atteint une longueur de 4 centimètres, leurs poumons s'étaient développés et fonctionnaient concurremment avec les branchies; les membres faisaient toujours complètement défaut. Quelques-unes de ces larves, précédemment retirées de l'obscurité où elles étaient restées pendant cinq mois, se développèrent à vue d'œil; le pigmentum, les yeux, les poumons se montrèrent de suite et au bout d'un mois les membres commencèrent à pousser.

M. le Dr ROUGE entretient l'assemblée d'un cas assez singulier d'ectrodactylie héréditaire qu'il a observé à l'hôpital de Lausanne, et dont il présente des moules en plâtre. Il s'agit d'un jeune homme dont les mains n'ont que deux doigts; les pieds ont un gros orteil très développé et opposable aux autres orteils, qui sont rudimentaires et réunis les uns aux autres. C'est cette forme que Monière a appelé  *pied en pince de homard* . La mère de l'enfant est mal formée de la même manière.

MM. Carrard et Cuénoud citent des cas analogues, qu'ils ont eu l'occasion d'observer à Brét et à Lausanne.

M. DUPLESSIS, prof., fait remarquer que la communication du Dr Rouge présente un grand intérêt au point de vue des idées actuelles du transformisme; rien ne s'oppose, en effet, à ce que cette modification héréditaire, venant à se continuer pendant quelques générations, ne puisse finir par se fixer, et constituer soit une race, soit même une espèce.

À ce propos, M. Förel raconte qu'il a observé de jeunes cygnes nés blancs de parents qui avaient déjà présenté cette particularité.

M. le Dr ROUGE présente 8 calculs urinaires, du poids total de 200 grammes, qu'il a extraits de la vessie d'un jeune homme de Lausanne. Les calculs vésicaux sont fort rares dans notre pays.

M. Fraisse demande si l'on ne peut pas attribuer cette rareté à l'effet diurétique de nos vins blancs.

M. Rouge ne le pense pas. On a vu des enfants naître avec des calculs vésicaux, des femmes buvant fort peu de vin ont subi l'opération de la taille. D'un autre côté, la pierre est fréquente dans l'Alsace et la Prusse Rhénane, dont les vins sont cependant très diurétiques.

M. L. DUFOUR expose la fin de ses recherches sur les variations de température dans la diffusion des gaz à travers des matières poreuses. (Voir aux Mémoires du précédent Bulletin.).

M. Leresche demande s'il existe un rapport entre ces variations de température et la pression atmosphérique.

M. Dufour ne le pense pas. En tout cas, ces relations ne sont pas appréciables.

M. FOREL prof., donne un résumé de ses études sur la pénétration de la lumière dans le lac et montre des épreuves photographiques prises à différentes profondeurs. (Voir aux Mémoires).

M. Duboux rappelle qu'il est admis que la persistance de la végétation indique toujours l'action de la lumière solaire ; celles-ci, d'après les recherches de M. Forel, cesseraient à 25 mètres de profondeur. Voit-on, à ce niveau, la végétation disparaître ?

• M. Forel n'a trouvé dans le lac, au delà d'une pro-  
*Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. XIII. N° 72.*



fondeur de 25 mètres, que des protococcus de couleur violacée et non verte ; au-delà de 60 mètres, on ne trouve plus de végétaux.

M. le prof. RENEVIER donne quelques explications sur les tableaux des terrains jurassiques et liasiques qu'il publie dans le Bulletin. (Voir aux Mémoires.).

M. CAUDERAY présente des appareils électriques destinés à contrôler le service des guets et veilleurs de nuit. (Voir aux Mémoires).

M. PILET donne quelques renseignements sur un nouveau combustible actuellement utilisé en Belgique et composé essentiellement de terre et de cristaux de soude mélangés ensemble. M. Pilet pense que la terre joue ici le rôle d'un corps hydrophore, dont la soude est destinée à utiliser l'oxygène.

---

#### SÉANCE DU 7 FÉVRIER 1874

au Musée Industriel.

Présidence de M. CUÉNOUD, président.

Secrétaire : M. le D<sup>r</sup> LARGUIER.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. le Président fait lecture d'une lettre de M. le prof. DESOR, remerciant la Société du titre de membre honoraire qui lui a été décerné.

M. Desor joint à cette lettre des exemplaires de quelques-uns de ses ouvrages

Parmi les livres reçus et dont M. le Président donne la liste, se trouve un Traité sur les matières colorantes, offert à la Bibliothèque par l'auteur, M. le prof. Kopp. Des remerciements lui seront adressés.

M. MORE, présenté à la dernière séance par M. Kamm, est proclamé membre effectif de la Société.

### COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

M. RENEVIER montre le tableau du triasique destiné au prochain bulletin. — Il donne ensuite quelques renseignements géographiques et géologiques sur l'Afrique centrale; ces renseignements sont dus à M. le ministre P. Berthoud et paraîtront dans le Bulletin.

M. le prof. F. Forel présente:

1<sup>o</sup> Un travail du Dr BROU, de Genève, sur les mollusques du lac Léman. (Voir aux Mémoires);

2<sup>o</sup> Un mémoire de MM. RISLER et WALTER sur les analyses chimiques du limon du lac Léman. (Voir aux Mémoires).

M. le prof. F. FOREL donne une relation d'une ascension qu'il a faite l'an passé au Mont-Rose, afin de continuer ses observations sur la température animale. Il a constaté, jusqu'à une altitude de 4300 mètres, la même élévation de température qu'il avait observée sur des montagnes plus basses. M. Forel croit pouvoir attribuer aux phénomènes psychiques une certaine action sur le développement du mal de montagne; il donne des preuves à l'appui de cette thèse, qu'il a déjà soutenue dans une séance de la Société vaudoise de médecine.

M. le Dr Duboux pense que les symptômes du mal de montagne, représentés essentiellement par des troubles circulatoires, doivent provenir de perturbations apportées à la circulation cérébrale, soit par la diminution de la pression atmosphérique, soit par d'autres causes encore. L'observation de M. Forel sur la puissance de la volonté pour combattre ce mal viendrait confirmer cette théorie, puisque l'exercice de la volonté est toujours le résultat d'un travail cérébral.

M. Forel entretient la Société d'une substance organique qu'il a trouvée dans le fond du lac et qu'on peut rapprocher du Batibius de l'Océan. (Voir aux Mémoires.).

#### SÉANCE DU 21 FÉVRIER 1874

au Musée Industriel.

Présidence de M. Cusumou, président.

Secrétaire : M. le Dr LARGUIER.

Le procès-verbal de la séance du 7 février est adopté.

M. le Président donne la liste des ouvrages déposés sur le bureau et fait part à la Société de la décision du Comité de transformer la séance du 7 mars en séance générale. Conformément au règlement, une circulaire spéciale sera adressée aux membres de la Société.

#### COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

M. RAPIN, pasteur, fait lecture d'un mémoire relatif au prochain passage de Vénus sur le disque du soleil, le 8 décembre 1874.

M. F. FOREL, prof., donne connaissance :

1° D'une lettre de M. FREY, de Zurich, sur les crustacés aveugles découverts dans le limon du lac et appartenant aux genres *Gammarus* et *Azellus*. M. Frey y a trouvé deux espèces nouvelles.

2° D'une lettre de M. David MONNIER, relative aux larves de diptères (tipulaires, tironomes et tamptus), recueillies dans le limon du lac.

3° D'une note de M. CHATELANAT sur les migrations des poissons dans le lac et sur leur habitat pendant les différentes saisons.

4° D'une lettre de M. le prof. CARRARD sur le même sujet.

Toutes ces lettres paraîtront aux mémoires.

M. Forel présente, au nom de M. Arthur MERMOD, un travail établissant que le séjour dans un lieu élevé a pour effet d'accélérer, dans une notable mesure, les mouvements du cœur. (Voir aux Mémoires d'un prochain Bulletin.).

M. le Dr DUBOUX indique une circonstance négligée jusqu'ici et qui doit contribuer à produire l'accélération du pouls à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère. Marey a démontré que le cœur bat d'autant plus vite que la résistance au courant sanguin est plus faible; or, à mesure qu'on s'élève, la pression de l'atmosphère sur les vaisseaux diminue, facilite par conséquent la circulation et amène une accélération des pulsations cardiaques. Cette diminution de résistance au courant sanguin, équivalant à une augmentation relative de la force de contraction du cœur, est peut être pour quelque chose dans le sentiment

de bien-être et de force qu'on éprouve à certaines altitudes.

A ce propos, M. le Dr Duboux relève encore l'importance d'une cause qui doit contribuer à l'influence préservatrice et bienfaisante du séjour à la montagne et à l'immunité relative qui se prodnît vis-à-vis des maladies miasmatiques, c'est la pureté toujours plus grande de l'air dans les zones élevées. Cette influence de la pureté de l'air explique également les résultats identiques que l'on obtient dans le traitement de certaines maladies par le séjour à la montagne et les voyages sur mer, malgré des différences d'altitude considérables.

M. Fraisse demande si cette pureté de l'air de la montagne ne peut pas contribuer à l'accélération du pouls.

M. Forel pense que ce facteur peut avoir une certaine importance, la rapidité du pouls dépendant évidemment aussi de la respiration.

M. le prof. L. Dufour: Il y aurait un grand intérêt à connaître l'état du pouls chez les personnes qui vivent *habituellement* dans des régions élevées, aussi bien que chez celles qui travaillent dans un air comprimé, comme les ouvriers employés à la conscruction des ponts. Pour ce qui concerne la pureté de l'air comme éloignant les causes morbides, M. Dufour s'étonne que des localités aussi élevées que les Ormonts, par exemple, présentent une léthalité aussi considérable.

M. RENEVIER fait quelques remarques sur la synonymie des subdivisions des terrains sédimentaires.

M. FOREL, prof., donne quelques renseignements sur la température du lac pendant le mois de février.

---

## LISTE DES LIVRES REÇUS.

Séance du 10 janvier 1874.

*Königl. preuss. Akad. der Wissensch. zu Berlin.* — Monatsbericht, Sept.-Oct. 1873.

*Soc. géologique de France.* — Bulletin, 3<sup>e</sup> série T, I, 4.

*Conseil fédéral.* — Rapport trimestriel N° 4 sur la marche de l'entreprise de la ligne du St-Gothard.

*Id.* — Rapport mensuel N° 12 sur l'état des travaux de la dite ligne.

*R. comitato geologico d'Italia.* — Bolletino N° 11-12.

*E. Plantamour.* — Le congrès météorologique de Vienne 1873.

Séance du 24 janvier 1874.

*Naturhist. Verein der preuss. Rheinlande und Westphalens.* — Verhandlungen, Jahrg. 29-30.

*Soc. impér. des naturalistes de Moscou.* Bulletin 1873, N° 2.

*Institut national genevois.* — Bulletin, T. XVIII.

*Soc. royale des Sc. d'Upsal.* — Nova acta, ser. III, vol. VIII, fasc. II.

*Id.* — Bulletin météorol. mensuel de l'observatoire de l'université; vol. IV, 1-12; V. 1-6.

*K. k. geolog. Reichsanstalt.* — Jahrbuch, Bd. XXIII. N° 3.

*Id.* *Id.* Verhandlungen, 1873, N° 11-13.

*GUST. LANGENBACH.* — Die Meeresalgen der Inseln Sizilien und Pantellaria, Berlin 1873.

(*Don de M. W. Fraisse*) : CH. LARDY, Mémoire sur les dévastations des forêts dans les Hautes-Alpes et les moyens d'y remédier, Zurich 1842. — CH. LARDY, Essai sur la constitution géognostique du St-Gothard. — A. TREMBLEY, Mémoire pour servir à l'histoire de polypes d'eau douce, à bras en forme de cornes. Leide 1744.

Séance du 7 février 1874.

*Dorpater Naturforscher-Gesellschaft.* — Archiv für die Naturkunde : — Min. Ch. Phys. Bd. V, Lief. 1-3. — Meteor. Beob. Bd. VI 1-3. — Biolog. Bd. VII, Lief. 2. — Sitzungsab. Bd. III. Heft 2-4.

*Deutsche geologische Gesellschaft.* — Zeitschrift, B. XXV. Heft 2.  
*Circolo geografico italiano.* — Pubblicazioni, 1874; primo bimestre.

*Königl. preuss. Akad. der Wissensch. zu Berlin.* — Monatsbericht, Nov. 1873.

*Physik. medicin. Gesellschaft in Würzburg.* — Verhandlungen, Bd. IV, Heft 2-4; V, Heft 1-3.

*Soc. helvët. des Sc. natur.* — Schweiz. meteor. Beobacht. Dezemb. 1872; Janv. 1873.

*Soc. indust. de Mulhouse.* — Bulletin, nov.-déc. 1873.

*Conseil fédéral.* — Rapport mensuel n° 13 sur l'état des travaux de la ligne du St-Gothard.

RUD. WOLF. — Astronomische Mittheilungen, p. 133-172.

P. BOLLEY ET E. KOPP. — Traité des matières colorantes artificielles dérivées du goudron de houille. Paris 1874.

E. DESOR, CH. MARTIN, etc. — Album de Combe-Varin. A la mémoire de Théod. Parker et Hans Lorenz Küchler. Zurich 1861.

E. DESOR. — Aus Sahara und Atlas. Vier Briefe an J. Liebig, Wiesbaden 1865.

Id. — Der Gebirgsbau der Alpen. Wiesbaden 1865.

Id. — Les Palafittes ou constructions lacustres du lac de Neuchâtel. Paris 1865.

Id. — Die Pfahlbauten des Neuenburger Sees. Frankfurt a. M. 1866.

Id. — L'évolution des Echinides dans la série géologique et leur rôle dans la formation jurassique. Neuchâtel 1872.

Id. — Notice sur un mobilier préhistorique de la Sibérie. Neuchâtel 1873.

Séance du 21 février 1874.

*American association for the advancement of science.* — Proceedings, Twenty-first meeting, held at Dubuque, August 1872.

*Academy of science of St-Louis.* — Transactions, vol. III, N° 1  
*Society of natural history, Boston.* — Memoirs, vol. II. Part. II, 2-3.  
*Id.* — Proceedings, vol. XIV, pag. 225-426, 1872; vol. XV.  
 Part. 1-2.

*Essex Institute, Salem. Mass.* — Bulletin, vol. IV. 1-12, 1872.  
*Smithsonian Institution.* — Annual Report of the Board of  
 Regents, for the year 1871.

*United States Geological Survey of the Territories.* — Sixth  
 annual Report. by. F. V. Hayden.

*Kongel. Danske. Videnskabernes Selskabs.* — Oversigt. 1873.  
 N° 1.

*Soc. florimontane d'Annecy.* — Revue savoisienne 1874. N° 1.

CH. GRAD. — Essai sur le climat de l'Alsace et des Vosges.  
 Mulhouse 1870.

*Id.* — Résultats scientifiques des explorations de l'Océan glacial  
 à l'est des Spitzbergen. Paris 1873.

Séance du 7 mars 1874.

*Deutscher und Oesterreich. Alpenverein.* — Jahrbuch Bd. III,  
 VI, VII, IX.

*Id.* — Zeitschrift, Jahrg. 1872, Heft 1-4.

*K. b. Akad. der Wissensch. zu München.* — Sitzungsberichte :  
 Mathem. phys. Cl. 1873, Heft 2; — Philos. philol. Cl. 1873.  
 Heft 4-5.

*Id.* — Der Antheil der k. b. Akad. an der Entwicklung der  
 Electricitätslehre, W. Beetz.

*Botanischer Verein der Provinz Brandenburg.* — Verhandlun-  
 gen, Jahrg. XV.

*Académie royale des Sc. à Amsterdam.* — Verslagen en Mededeelingen :  
 Afdeeling Naturkunde, Deel VII; Afd. Letterkunde  
 Deel II. — Jaarboek 1872 — Processen-verbaal, 1872-73.

*Soc. des sc. histor. et natur. de l'Yonne.* — Bulletin. vol. 27.

*Geological society of London.* — Quarterly journal N° 117.

*Naturforsch. Gesellschaft Graubündens.* — Jahres-Bericht, Jahrg.  
 XVII, 1872-73.

*Soc. florimontane d'Annecy.* — Revue savoisienne. N° 2.

*Koenigl. preuss. Akad. der Wissensch. zu Berlin.* — Monats-  
 bericht, Decemb. 1873.



*Soc. industr. de Mulhouse.* — Bulletin, janv. 1874.

*Conseil fédéral.* — Rapport mensuel N° 14 sur l'état des travaux de la ligne du St-Gothard.

*Soc. des sc. de l'agric. et des arts de Lille.* — Mémoires 1872. 2<sup>e</sup> partie, vol. XI.

(*Don de M. Gust. Cuénod, Corsier.* — Manuel de Toxicologie par Dragendorff. — Chimie légale par Naquet).

Séance du 25 mars 1874.

*Soc. helv. des sc. natur.* — Schweiz. meteor. Beobacht. 1872; Febr. 1873.

*Soc. industr. de Mulhouse.* Bulletin. fév. 1874.

*Circolo geografico italiano.* — Pubblicazioni, anno 1872, 2<sup>e</sup> bimestre.

*K. preuss. Akad. der Wissensch. zu Berlin.* — Monatsbericht. Januar 1874.

*Soc. entomologique de Belgique.* — Compte-rendu N° 96, pag. 1-12.

*R. comitato geologico d'Italia.* — Bolletino N°s 1 et 2.

*Soc. géologique de France.* Bulletin. Tome II. N° 1.

*Società dei naturalisti in Modena;* — Annuario, anno VII, disp. 3-4; anno VIII, fasc. primo.

*Offenbacher Verein für Naturkunde.* — 6<sup>ter</sup> Bericht.

*Conseil fédéral.* — Rapport mensuel N° 15 sur l'état des travaux de la ligne du St-Gothard.

*California Academy of Sciences.* — Proceedings of the Agassiz Memorial Meeting, dec. 22, 1873.

Séance du 4 avril 1874.

*Zoological society of London.* Proceedings 1873. Part I-II.

*Naturwissensch. Verein für Steiermark.* — Mittheilungen. Jahrg. 1873.

*Physik. medicin. Gesellschaft in Würzburg.* — Verhandlungen, Bd. V; Heft 4.

*Naturwissensch. Verein in Carlsruhe.* — Verhandlungen. Heft 6.

*K. k. geolog. Reichsanstalt.* — Jahrbuch, Bd. XXIII, N° 4. — Verhandlungen, 1873, N°s 14-18.

*Soc. helv. des sc. naturelles.* — Schweiz. meteor. Beobacht. März 1873.

*Soc. florimontane d'Annecy.* — Revue savoisiennne, N° 3.

J. GAUDARD, prof — De l'état actuel de nos connaissances sur la résistance des matériaux, 1870.

Id. — On the present state of knowledge as to the strength and resistance of materials; with an abstract of the discussion upon the paper, by. W. Pole, 1870.

Id. — Discussion sur la résistance des matériaux à l'Institution des Ingénieurs civils anglais. 1871.

Id. — Théorie et détails de construction des arches de pont en métal et en bois, 1872-1873.

Id. — Pont construit à Lucerne en 1869-1870. Paris 1873.

Séance du 22 avril 1874.

*Société entomologique de Belgique.* — Annales, T. XVI.

*Soc. malacologique de Belgique.* — Annales T. VI et VII. — Procès-verbaux 1873, pag. 51-158.

*Physik.-medecin. Gesellschaft in Würzburg.* — Verhandlungen, Bd. VI, Heft 1-4.

*Commission géologique fédérale.* — Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. 10<sup>te</sup> Lief. Der südliche Aargauer-Jura und seine Umgebungen, mit einem Anhang zur IV<sup>ten</sup> Lief. von Dr Casimir Moesch. — 13<sup>te</sup> Lief. Die Sentis-Gruppe in zwei Blättern und zwei Blatt Profilen. Arn. Escher de la Linth.

*Naturforschende Gesellschaft in Basel.* — Verhandlungen. Theil VI, Heft 1.

*König. preuss. Akad. der Wissensch. zu Berlin.* — Monatsbericht, Februar 1874.

MONTIGNY. Ch. — La fréquence des variations de couleurs des étoiles dans la scintillation est généralement en rapport avec la constitution de leur lumière dans l'analyse spectrale. Bruxelles 1874.

### Livres achetés.

ETTINGSHAUSEN. — Die fossilen Algen des Wiener und Karpathen-Sandsteines; 2 Taf. Wien 1863.

Id. — Beitrag zur Kenntniss der fossilen-Flora von Tokay; 4 Taf. Wien 1853.

- Id. — Beitrag zur Kenntniss der fossilen Flora von Radoboj; 3 Taf. Wien 1870.
- Id. — Beiträge zur Kenntniss der foss. Fl. von Sotzka in Untersteiermark; 6 Taf. Wien 1858.
- Id. — Beiträge zur Kennt. der Tertiärflora Steiermark's; 6 Taf. Wien 1869.
- Id. — Die Blattskelette der Apetalen. Eine Vorarbeit zur Interpretation der fossilen Pflanzenreste; 51 Taf. Wien 1858.
- Id. — Die Eocene Flora des Monte Promina; 14 Taf., Wien 1855.
- Id. — Die fossile Flora der älteren Braunkohlenformation der Wetterau; 5 Taf. Wien 1868.
- Id. — Die tertiäre Flora von Haring in Tirol; 31 Taf. Wien 1853.
- Id. — Die Kreideflora von Niederschöna in Sachsen; ein Beitrag zur Kenntniss der ältesten Dicotyledonengewächse; 3 Taf. Wien 1867.
- Id. — Die Tertiär-Flora der oesterreichischen Monarchie; 5 Taf. Wien 1851.
- GEMMELLARO, Gaet. Giorgio. — Nerinee della ciaca dei dintorni di Palermo. Ricerche paleontologiche; 4 tav. Palermo 1865.
- GOEPPERT H. R. — Monographie der fossilen Coniferen, mit Berücksichtigung der Lebenden; 58 Taf., Leiden 1850.
- Id. — Fossile Pflanzenreste des Eisensandes von Achen, als zweiter Beitrag zur Flora der Tertiärgebilde; 1 Taf., 1841.
- — Ittiolitologia veronese del museo Bozziano ora annesso a quello del conte Giovanbattista Gazola di altri gabinetti di fossili veronesi, con la versione latina; 2 vol. in-folio; 76 tav. Verona 1796.
- MASSALONGO A.-B. — Flora fossile del monte colle nella provincia veronese; 8 tav., Venezia 1857.
- Id. — Specimen photographicum animalium quorundam plantarumque fossilium agri Veronensis; 40 tabb. Veronæ 1859.
- UNGER F. — Die fossile Flora von Radoboj in ihrer Gesamtheit und nach ihren Verhältnissen zur Entwicklung der Vegetation der Tertiärzeit, 5 Taf. Wien 1869.
- Id. — Fossile Insecten; 2 Taf. 1839.
- Id. — Kreidepflanzen aus Oesterreich; 2 Taf. Wien 1867.
- ZEKELI L. — Die Gasteropoden der Gosaugebilde in den nordöstlichen Alpen, 24 Taf. Wien 1852.

(Don de *M<sup>me</sup> Rieu*). — Association zoologique du Léman ; année 1866 :

Etude sur les coquilles de la famille des *Nayades* qui habitent le Bassin du Léman. A. Brot.

Etude monographique sur les *Nysson* du Bassin du Léman (*Hyménoptères*). Fréd. Chevrier.

Année 1867 : Les *Campagnols* du Bassin du Léman. V. Fatio.

Description des *Dascillides* du Bass. du Léman. H. Tournier.









## DE L'ALTÉRATION DES IMAGES PAR REFLEXION SUR LA SURFACE DES EAUX.

Par

**Ch. DUFOUR**, Professeur à Morges.

---

En 1854 et en 1855, nous avons publié, mon frère L. Dufour et moi, différents travaux sur les mirages du lac Léman. (Voir les *Bulletins de la Société vaudoise des Sciences Naturelles*, Tome 4, pages 129 et 388, et Tome 5, page, 26.)

Ces mirages sont plus fréquents qu'on ne le suppose, cependant j'ai souvent rencontré des personnes qui avaient grande envie de les voir et qui n'avaient jamais pu y parvenir. Or j'ai pu m'assurer que ces personnes prenaient pour une réflexion sur l'eau ce qui était réellement un mirage.

Dans le désert on fait attention au mirage parce que l'on n'est pas habitué à voir des images sur le sable. Mais sur le lac, le même phénomène ne frappe pas parce qu'on lui attribue une cause fort différente. Je pourrais citer diverses circonstances où le lac Léman était agité par le vent ou par la bise; et cependant des personnes intelligentes assuraient qu'en Savoie le lac était parfaitement calme, parce que l'on voyait les maisons réfléchies à la surface de



l'eau. Or ce n'était là qu'un mirage, ce qui du reste était confirmé plus tard quand on apprenait que le lac était aussi agité sur la côte de Savoie que sur la côte Suisse. Et en pareille circonstance toute image par réflexion est impossible, car pour qu'elle ait lieu, il faut que le lac soit parfaitement calme; dès que l'eau est un peu frémissante aucune image ne se produit par la réflexion de la lumière à sa surface.

En définitive, quand l'œil est peu élevé au-dessus de l'eau, et que l'on regarde des objets éloignés qui sont aussi à une hauteur peu considérable, on peut être certain que si l'on voit une image de ces objets c'est un mirage et non pas une réflexion sur l'eau; car dans ces conditions là une image nette dans l'eau est à peu près impossible. Et si elle avait lieu, à cause de la rondeur de la terre, ce serait une image tellement déprimée dans le sens vertical qu'elle serait à peu près méconnaissable; c'est ce que je me propose de développer ici.

En effet, la surface d'un lac n'est pas un plan, c'est une partie de la surface de la terre, par conséquent c'est un miroir convexe; et si le bassin a quelques kilomètres d'étendue la convexité de ce bassin est assez prononcée pour qu'elle altère en certains cas d'une manière très notable l'apparence des images qui peuvent s'y former.

En effet, soit  $c$  le centre de la terre, et  $co$  ou  $co'$  son rayon,  $B$  la position du point dont on veut rechercher l'image,  $A$  celle de l'œil, et  $S$  le point de la surface de l'eau où se fait la réflexion.

Pour la question qui nous occupe, il faut trouver d'abord quelle est la position de ce point  $S$ . Dans ce but supposons le problème résolu, menons par ce point la

ligne MN tangente à l'arc OO', soit N le point où cette tangente coupe la verticale AO menée par le point A, et soit M le point où elle coupe la verticale BO' menée par le point B. Désignons par  $h$  la ligne AO, c'est la hauteur de l'œil au-dessus de la surface de l'eau, par  $h'$  la ligne BO' c'est la hauteur au-dessus du même niveau de l'objet que l'on regarde. Désignons par  $r$  le rayon de la terre, et par  $d$  la distance OO' qui sépare les pieds des deux verticales, cette distance est sensiblement égale à la longueur de la tangente MN. Désignons par  $x$  la longueur NO, par  $x'$  la longueur MO', par  $y$  la ligne SN qui est une partie de la tangente, et par  $y'$  la ligne SM qui en est une seconde partie. Les inconnues sont  $x$ ,  $x'$ ,  $y$  et  $y'$ , on peut les trouver par la combinaison des 4 équations suivantes :

$$y^2 = 2rx \quad (1)$$

$$y'^2 = 2nx' \quad (2)$$

$$y + y' = d \quad (3)$$

$$\frac{y}{y'} = \frac{h-x}{h'-x'} \quad (4)$$

Les deux premières sont fondées sur la propriété de la tangente d'être moyenne proportionnelle entre la sécante et sa partie extérieure. La 3<sup>e</sup> provient de ce que la distance qui sépare les points O et O' peut être considérée comme la somme des tangentes. La 4<sup>e</sup> est basée sur ce que les triangles ANS et SMB sont à peu près semblables. Mais dans un calcul tel que celui-ci, il faut bien peser les conséquences d'un à peu près, car pour certaines valeurs qui y figurent une altération en apparence insignifiante peut modifier à un haut degré le résultat que l'on cherche.

Or ces deux triangles seraient rigoureusement semblables si la ligne AN était perpendiculaire à NS, et BM perpendiculaire à SM, car dans tous les cas l'angle  $ASN = BSM$  puisque l'angle d'incidence égale l'angle de réflexion. Mais dès que les hauteurs AO et BO' sont très petites relativement aux dimensions du cercle, et que la distance  $d$  elle-même n'est qu'une fraction bien faible de la circonférence de la terre comme dans l'exemple que nous considérons, il est évident que si du point A on abaisse une perpendiculaire sur la tangente SN, cette perpendiculaire diffèrera fort peu de la verticale AN. Le même raisonnement peut être fait pour le point B. On voit donc que les côtés de ces triangles sont à peu près égaux à ce qu'ils seraient si les triangles étaient semblables, et l'équation (4) est ainsi justifiée.

En effectuant les éliminations convenables on arrive à l'équation :

$$y'^3 - \frac{3}{2} dy'^2 - y' \left( h'r + hr - \frac{d^2}{2} \right) + dh'r = 0.$$

Mais pour faire disparaître le terme en  $y'^2$ , il faut dans le cas actuel remplacer  $y'$  par  $z + \frac{d}{2}$ , ce qui revient à considérer comme nouvelle inconnue la distance qu'il y a depuis le milieu de l'arc OO' jusqu'au point où se fait l'image, alors l'équation précédente devient :

$$z^3 - z \left\{ r(h + h') + \frac{d^2}{4} \right\} + rd \left( \frac{h' - h}{2} \right) = 0.$$

Comme exemple, supposons que nous sommes à Morges, l'œil à 20 mètres au-dessus du lac, et que nous regardons

à la distance de 35 kilomètres un clocher haut de 60 mètres, dont le sommet est à 100 mètres et la base à 40 mètres au-dessus du lac. Comptons que le rayon de la terre est de 6366 kilomètres.

Recherchons d'abord où se fait sur l'eau l'image du sommet du clocher. Ici en prenant le kilomètre pour unité nous avons :

$h' = 0,1$   $h = 0,02$   $d = 35$   $r = 6366$ , on trouve alors que  $z = 9010$  mètres. L'image se fait donc à 9010 mètres du milieu de l'arc  $OO'$ , c'est-à-dire à 8490 mètres de Morges ou à 26510 mètres du clocher.

Pour la base nous avons :

$h' = 0,04$   $h = 0,02$   $d = 35$   $r = 6366$  on trouve alors que son image se fait à 14210,8 mètres de Morges. Donc l'image de ce clocher occuperait sur le lac une longueur de 5720,8 mètres, c'est-à-dire un arc de  $3'5''$ .

Pour la vérification, on peut calculer la valeur des angles ASN et BSM et l'on trouve qu'ils sont égaux.

Or ce clocher vu de Morges paraîtrait sous un angle de  $5'54''$  et son image seulement sous un angle de  $1'43''$ , c'est-à-dire qu'elle serait à peu près  $3\frac{1}{2}$  fois plus faible ; ce serait assez pour la rendre méconnaissable, abstraction faite de la difficulté d'avoir le lac calme comme une glace sur une étendue de plus de 5 kilomètres.

Et sans répéter les calculs trigonométriques qui ont donné  $1'43''$  pour la grandeur de l'image vue dans l'eau, on comprend qu'elle doive paraître fort déprimée dès qu'elle occupe sur la terre un arc de  $3'5''$  ; l'angle des tangentes menée à ses points extrêmes fait comprendre le raccourcissement apparent de cette image.

On voit par là que jamais on ne peut voir sur l'eau l'i-

image d'un objet qui se trouve dans des conditions analogues. Les peintres en ont bien le sentiment, car lorsqu'ils ont à représenter ainsi un objet éloigné que l'on voit par un rayon à peu près horizontal, par exemple le soleil couchant, ils se gardent bien de faire une image pareille à l'objet lui-même comme cela arriverait dans d'autres conditions, ils représentent le soleil par une tache brillante de même largeur que lui, mais beaucoup moins longue dans la direction de l'œil; ou bien par une longue traînée de feu, si la surface réfléchissante, au lieu d'être parfaitement calme, est ridée par de petites vagues comme cela arrive dans la grande majorité des cas.

---

Les lignes précédentes étaient écrites, et sur la foi des calculs je croyais qu'il serait à peu près impossible de voir ainsi l'image d'un objet lorsque le rayon visuel raserait à peu près la surface de l'eau, quand le 2 avril 1873, vers les 2 heures après midi, mon ami M. le Docteur Fr. Forel vint m'annoncer que de telles images étaient cependant visibles. En effet, depuis Morges, on voyait en ce moment du côté de Villeneuve quelques voiles de bateaux dont l'image dans le lac donnait en tous points raison à la théorie que j'ai exposée plus haut. Ces images étaient tellement déformées dans le sens vertical que l'on n'aurait pas même pensé que c'était là l'image des voiles, si les calculs faits précédemment ne nous avaient appris qu'en pareilles conditions ces images devaient avoir cette forme.

Du reste, ce jour-là, le lac était d'une tranquillité exceptionnelle. A Morges il était déjà fort calme, mais au moment de l'observation un bateau à vapeur devait être en course entre Vevey et Ouchy, plus tard il touchait





Morges et nous nous informions auprès du capitaine de l'état du lac dans sa partie orientale, il nous dit que l'eau y était d'un calme absolu, que rarement cette surface avait au même degré l'aspect d'un miroir.

En quelques minutes nous vîmes plusieurs images qui étaient curieuses à cause de leur déformation dans le sens vertical. Ainsi sur un bateau plus rapproché de Morges il y avait quelques hommes qui marchaient; or dans l'eau leur image était carrée; d'autres même placées dans des conditions différentes paraissaient plus larges que hautes, de manière qu'au premier abord on aurait pu penser que c'était là l'image d'un chien.

Cette observation imprévue confirme tout-à-fait le résultat des calculs exposés ci-dessus sur la dépression des images lorsque le rayon visuel rase la surface de l'eau.

Et même on peut dire que c'est là une nouvelle preuve de la rondeur de la terre.





# COMPTE-RENDU MENSUEL

PRÉSENTÉ A LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

par son délégué J. MARGUET

## DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à l'Asile des Aveugles

par M. HIRZEL, Directeur.

Année météorologique 1873-1874.

Décembre 1873.

*NB.* On prend comme termes de comparaison les nombres calculés pour l'Asile, d'après Genève, se rapportant à la période de 1836-1860. (*Bulletin Soc. Vaud. Sc. Nat. XII, 71, pages 426 et 427.*)

|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| TEMPÉRATURE. — Moyenne observée . . | + 0,18 |
| Id. corrigée . .                    | + 0,05 |
| Moyenne normale . .                 | + 0,22 |
| Déficit, degrés centésim. —         | 0,17   |

Variation de la température moyenne diurne:

| Maximum.                           | Minimum.    | Variation.      |
|------------------------------------|-------------|-----------------|
| 1 <sup>re</sup> décade + 2,4 le 1  | — 2,8 le 10 | 5,2 degr. cent. |
| 2 <sup>me</sup> décade + 6,1 le 20 | — 3,7 le 12 | 9,8 »           |
| 3 <sup>me</sup> décade + 5,5 le 21 | — 2,8 le 30 | 8,3 »           |

**2 SÉP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 311**

Plus grande variation:  $6,1 - (-3,7) = 9,8$  degrés centésimaux.

Le maximum du mois a eu lieu le 20 et le minimum le 12 dans la seconde décade.

La température moyenne diurne a été inférieure à zéro, *seize* fois; pendant la 1<sup>re</sup> décade *sept* fois, les 2, 3, 4, 5, 8, 9 et 10; pendant la seconde décade *six* fois, les 11, 12, 13, 14, 15 et 16; pendant la troisième décade *trois* fois, le 29, 30 et 31.

La température est restée inférieure à zéro pendant toute la journée les 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 29, 30 et 31, en tout *quatorze* fois.

Ce mois a été froid, mais modérément.

|                                         |                      |
|-----------------------------------------|----------------------|
| PRESSION DE L'AIR. — Moyenne observée . | <sup>mm</sup> 724,08 |
| Id. corrigée .                          | 723,99               |
| Moyenne normale .                       | 718,71               |
| Excédant, millimètres                   | + 5,28               |

**Variation de la pression moyenne diurne:**

|                            | Maximum. |           | Minimum. |           | Variation.  |
|----------------------------|----------|-----------|----------|-----------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 729,5    | le 4 . .  | 722,8    | le 6 . .  | 6,7 millim. |
| 2 <sup>me</sup> décade . . | 727,4    | le 13 . . | 718,9    | le 20 . . | 8,5 »       |
| 3 <sup>me</sup> décade . . | 724,9    | le 24 . . | 717,3    | le 28 . . | 7,6 »       |

Plus grande variation:  $729,5 - 717,3 = 12,2$  millim.

La pression moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale: pendant la 1<sup>re</sup> décade *zéro* fois; pendant la 2<sup>e</sup> décade *zéro* fois; pendant la 3<sup>e</sup> décade *trois* fois, les 27, 28, 29. En tout *trois* fois seulement.

La pression a été constamment forte pendant ce mois.

**HUMIDITÉ RELATIVE. — Moyenne observée 93 pr cent.**

L'humidité relative moyenne diurne a été inférieure à la moyenne mensuelle: pendant la 1<sup>re</sup> décade *quatre* fois, les 1, 2, 6 et 7; pendant la 2<sup>e</sup> décade *une* fois, le 20; pendant la 3<sup>e</sup> décade *huit* fois, les 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 et 28; en tout *treize* fois.

L'air a donc été généralement humide; il a été saturé (moyenne = 100): *quatre* fois, les 4, 5, 9 et 10 de la 1<sup>re</sup> décade; *quatre* fois, les 11, 13, 15 et 19 de la 2<sup>e</sup> décade; *zéro* fois dans la 3<sup>e</sup> décade; en tout *huit* fois dans le mois. Il a été saturé tout le jour les 4, 5, 9 et 10; les 11, 13, 15 et 19; en tout *huit* fois.

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| Plus grande variation diurne . . . | 35 le 6.  |
| Maximum les 4, 5, 9, 10 . . .      | 100       |
| Minimum le 1 . . . . .             | 71        |
| Différence . . .                   | <u>29</u> |

CLARTÉ MOYENNE DU CIEL. — Moyenne observé . 7,3.

Le ciel a été noté comme entièrement couvert ou représenté par 10 les 5, 8 et 9; les 13, 14, 15, 16, 17 et 20; en tout *neuf* fois. Il n'a jamais été parfaitement pur ou représenté par *zéro*.

Le caractère général du temps a été généralement couvert, surtout dans la 2<sup>e</sup> décade.

VENT DOMINANT. — N NE E SE S SO O NO  
1 12 2 2 1 5 zéro zéro

Le vent prédominant a donc été le vent de Nord-Est. Il a soufflé avec l'intensité de 2 à 3 les 1, 2 et 7; les 12 et 13; le 29, en tout *six* fois. La girouette a marqué *zéro* ou le calme toute la journée les 15, 17, 18, 22, 26 et 30; en tout *six* fois.

#### 4 SÉP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 313

Sur les 93 vents observés pendant le mois, on a noté :

| N  | NE | E | SE | S | SO | O | NO |          |
|----|----|---|----|---|----|---|----|----------|
| 17 | 38 | 8 | 7  | 7 | 13 | 2 | 1  | Total 93 |

La girouette a marqué le calme 35 fois aux heures d'observations.

En faisant la conversion en *tant pour cent*, on trouve pour ce mois de décembre :

| N   | NE | E | SE | S | SO | O | NO | Calme |
|-----|----|---|----|---|----|---|----|-------|
| 18% | 40 | 9 | 8  | 8 | 14 | 2 | 1  | 38    |

A supposer que chaque espèce de vent ait soufflé en moyenne avec la même vitesse, on trouve par un tracé graphique que les 100 vents notés ont agi sur l'atmosphère de la même manière que si le vent avait soufflé 38 fois du N 53° E.

Ces nombres représentent approximativement la fréquence et la direction moyennes des vents pendant le mois de décembre 1873.

EAU TOMBÉE. — L'eau a été recueillie dans l'ombromètre 4 fois seulement, les 1, 20, 27 et 28.

1<sup>re</sup> décade . . . . . mill. 10,750

2<sup>me</sup> décade . . . . . 0,500

3<sup>me</sup> décade . . . . . 8,750

Total . millimètres 20,000

L'eau est tombée à l'état de neige un seul jour, le 28. Par rapport aux moyennes déduites de la série 1857-1871, il y a :

Pour la hauteur d'eau un déficit de . . . <sup>mm</sup> 41,519

Pour le nombre de jours de chute un déficit de 8,1

CARACTÈRE DU TEMPS. — Le ciel a été clair *huit* fois, les 1, 2, 3; 11; 21, 25, 29 et 30. — Variable *sept* fois, les 4, 7; 22, 23, 24, 28 et 31. — Couvert *treize* fois, les 5, 8, 9 et 10; 12, 13, 14, 15, 16, 17 et 20; 26, 27. — En brouillards, les 6, 18, 19, *trois* fois.

### Janvier 1874.

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| TEMPÉRATURE. — Moyenne observée . . . | + 1,03 |
| Id. corrigée . . .                    | + 0,91 |
| Moyenne normale . . .                 | — 0,56 |
| Excédant, degrés centésim. + 1,47     |        |

Variation de la température moyenne diurne :

|                              | Maximum.          | Minimum.          | Variation. |
|------------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . | + 3,9 le 4 . . .  | — 3,7 le 7 . . .  | 7,6        |
| 2 <sup>me</sup> » . . .      | + 5,6 le 20 . . . | — 0,9 le 15 . . . | 6,5        |
| 3 <sup>me</sup> » . . .      | + 3,6 le 25 . . . | — 0,1 le 29 . . . | 3,7        |

Plus grande variation : + 5,6 — (— 3,7) = 9,3 degrés centésimaux.

La température moyenne diurne a été inférieure à *zéro* : pendant la 1<sup>re</sup> décade, les 6, 7, 8, 9 et 10, *cinq* fois ; dans la 2<sup>e</sup> décade, les 13, 14, 15, 16 et 18, *cinq* fois ; dans la 3<sup>e</sup> décade, le 29, *une* fois ; en tout *onze* fois. Elle est restée inférieure à zéro toute la journée les 7, 8, 9, 10, 14, 15 ; en tout *six* fois.

Ce mois a été chaud et d'une température plus élevée que celle de décembre ; fait anormal.

6 SEP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 315

PRESSION DE L'AIR. — Moyenne observée, <sup>mm</sup> 722,3

Id. corrigée . . 722,23

Moyenne normale . . 717,98

Excédant, millimètres + 4,25

Variation de la pression moyenne diurne :

|                            | Maximum.          | Minimum.          | Variation. |
|----------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 725,5 le 6 . . .  | 716,1 le 4 . . .  | 9,4        |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | 722,7 le 14 . . . | 712,9 le 17 . . . | 9,8        |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | 727,8 le 26 . . . | 722,6 le 30 . . . | 5,2        |

Plus grande variation: 727,8 — 712,9 = 14,9.

La pression moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale: dans la 1<sup>re</sup> décade, le 4, *une* fois; dans la 2<sup>e</sup> décade, les 16, 17, 18, *trois* fois; dans la 3<sup>e</sup> décade *zéro* fois; en tout *quatre* fois.

Ce mois, comme le précédent, a été signalé par de fortes pressions.

HUMIDITÉ RELATIVE. — Moyenne observé . . 88 p<sup>r</sup> cent.

L'humidité relative moyenne diurne a été inférieure à cette moyenne mensuelle: dans la 1<sup>re</sup> décade, les 3, 4, 5, 6, 7, *cinq* fois; dans la 2<sup>e</sup> décade, les 19 et 20, *deux* fois; dans la 3<sup>e</sup> décade, les 25, 26, 27, 28, 29, 30 et 31, *sept* fois; en tout *quatorze* fois.

L'air n'a été saturé tout le jour qu'une seule fois, le 22.

Plus grande variation diurne . . . 32, le 30.

Maximum le 22 . . . . 100

Minimum le 31 . . . . 56

Différence . 44

CLARTÉ MOYENNE DU CIEL. — Moyenne déduite de 22 jours seulement: 6,7.

Sur ces 22 jours on a noté 10 les 1, 2, 3, 9; 17, 19; 22; en tout *sept* fois. Le ciel a été presque pur les 29, 30 et 31.

VENT DOMINANT. — N NE E SE S SO O NO  
4 7 5 3 3 4 zéro zéro

Le vent prédominant pendant le mois a été le NE; il a soufflé avec une intensité variable de 1 à 4 le 30. Le SO a soufflé fortement les 3 et 4; le N les 25 et 28 avec une intensité de 2 à 4. La girouette a marqué *zéro* les 7, 14, 15, 16, 20, 22, 23, 24 pendant toute la journée.

Sur les 90 vents observés on a noté :

|    |    |    |    |    |    |   |    |          |
|----|----|----|----|----|----|---|----|----------|
| N  | NE | E  | SE | S  | SO | O | NO |          |
| 11 | 24 | 15 | 12 | 10 | 14 | 3 | 1  | Total 90 |

et 37 fois le calme aux heures d'observations.

Ou bien sur 100 vents :

|    |    |    |    |    |    |   |    |           |
|----|----|----|----|----|----|---|----|-----------|
| N  | NE | E  | SE | S  | SO | O | NO | Calme     |
| 12 | 27 | 17 | 13 | 10 | 16 | 4 | 1  | Total 100 |

D'où il résulte :

Direction moyenne du vent . . EST 3<sup>e</sup> SUD

Fréquence du vent . . . . 32

C'est-à-dire que les 100 vents observés ont agi sur l'atmosphère de la même manière que si le vent avait soufflé 32 fois d'un point de la rose des vents situé entre l'Est et le Sud à *trois* degrés du point E.

EAU TOMBÉE. — L'eau a été recueillie dans l'ombromètre *six* fois, les 2, 4, 5, 17, 18, 20.

8 SEP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 317

1<sup>re</sup> décade . . . . millim. 10,825

2<sup>me</sup> » . . . . . 13,125

3<sup>me</sup> » . . . . . 0,000

Total, millimètres 23,950

L'eau est tombée à l'état de neige le 5, à l'état de neige mêlée à la pluie les 1 et 17.

Quantité minimum reçue . . . . 0,125 le 2.

» maximum » . . . . 11,125 le 18.

Par rapport aux moyennes déduites de la série 1857-1871 il y a :

Pour la hauteur d'eau un déficit de 34,370 millimètres;

Pour le nombre de jours de chute d'eau un déficit de 6,5 jours.

CARACTÈRE DU TEMPS. — Le ciel a été clair *six* fois, les 6, 7, 18, 28, 29 et 31; — variable *quatre* fois, les 9, 17, 25 et 30; — couvert *huit* fois, les 1, 2, 3, 4, 5, 19, 20 et 26; — voilé par des brouillards ou de la brume *treize* fois.

Ce mois a été relativement doux et sec.

---

**Février 1874.**

TEMPÉRATURE. — Moyenne observée . . . . . + 1,44

Id. corrigée . . . . . + 1,88

Moyenne normale . . . . . + 0,64

Excédant, degrés centésim. + 0,74



## Variation de la température moyenne diurne:

|                        | Maximum.        |                 | Minimum. |      | Variation. |
|------------------------|-----------------|-----------------|----------|------|------------|
| 1 <sup>re</sup> décade | . . + 3,5 le 1  | . . — 6,2 le 10 | . .      | 9,7  |            |
| 2 <sup>me</sup> »      | . . + 4,8 le 14 | . . — 8,4 le 11 | . .      | 13,2 |            |
| 3 <sup>me</sup> »      | . . + 9,2 le 27 | . . + 0,4 le 23 | . .      | 8,8  |            |

Plus grande variation :  $9,2 - (-8,4) = 17,6$  degrés centésimaux.

La température moyenne diurne a été inférieure à zéro : dans la 1<sup>re</sup> décade deux fois, les 9 et 10 ; dans la 2<sup>me</sup> décade deux fois, les 11 et 12 ; dans la 3<sup>me</sup> décade zéro fois ; en tout quatre fois seulement.

Elle a été inférieure à la moyenne normale huit fois, les 5, 6, 9, 10 ; 11, 12, 19 et 23.

Ce mois a été relativement chaud.

PRESSIION DE L'AIR. — Moyenne observée, <sup>mm</sup> 718,78

Id. corrigée . . 718,67

Moyenne normale . . 716,85

Excédant, millimètre + 1,82

## Variation de la pression moyenne diurne:

|                        | Maximum.          |                   | Minimum. |      | Variation. |
|------------------------|-------------------|-------------------|----------|------|------------|
| 1 <sup>re</sup> décade | . . . 727,9 le 5  | . . . 719,4 le 8  | . . .    | 8,5  |            |
| 2 <sup>me</sup> »      | . . . 726,6 le 11 | . . . 709,9 le 17 | . . .    | 16,7 |            |
| 3 <sup>me</sup> »      | . . . 717,5 le 24 | . . . 708,0 le 27 | . . .    | 9,5  |            |

Plus grande variation :  $727,9 - 708,0 = 19,9$  millim.

La pression moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale : dans la 1<sup>re</sup> décade zéro fois ; dans la 2<sup>me</sup> décade six fois, les 15, 16, 17, 18, 19 et 20 ; dans la 3<sup>me</sup> décade six fois, les 21, 22, 25, 26, 27 et 28 : en tout douze fois.

La pression a été généralement élevée, surtout dans la 1<sup>re</sup> décade.

HUMIDITÉ RELATIVE. — Moyenne observée 79 pr cent.

L'humidité relative moyenne diurne a été inférieure à cette moyenne : dans la 1<sup>re</sup> décade *cinq* fois, les 1, 2, 3, 4, 5 ; dans la 2<sup>me</sup> décade *quatre* fois, les 13, 14, 15 et 20 ; dans la 3<sup>me</sup> décade *trois* fois, les 26, 27 et 28 ; en tout *douze* fois.

L'air n'a été saturé tout le jour qu'une seule fois, le 11 ; moyenne = 100.

Plus grande variation diurne. . . . . 37 le 13.

Maximum le 11 . . . . . 100

Minimum le 27 . . . . . 46

Différence . 54

CLARTÉ MOYENNE DU CIEL. — Moyenne déduite de 26 jours . . . 6,1.

Sur ces 26 jours on a noté 10 les 16, 19, 23 et 28 ; en tout *quatre* fois. Le ciel a été presque entièrement pur les 2, 3, 4, 5, 7, 11 ; en tout *six* fois.

VENT DOMINANT. — N NE E SE S SO O NO  
5 7 7 1 zéro 3 1 zéro

Les vents prédominants pendant ce mois ont été les vents de NE et d'E, les premiers avec une intensité variable de 1 à 3, les seconds de 0 à 1. Le vent du nord a soufflé fortement le 10, le Sud-Ouest le 17. La girouette a marqué *zéro* les 12, 16, 18, 22, 23, 25, 28. (*Zéro désigne un vent très faible, 4 un vent très fort soufflant en tempête.*)

Sur les 84 vents observés on a noté :

| N  | NE | E  | SE | S | SO | O | NE | Calme | 22 |
|----|----|----|----|---|----|---|----|-------|----|
| 13 | 23 | 24 | 3  | 2 | 13 | 3 | 0  | Total | 84 |

Ou bien sur 100 vents :

| N  | NE | E  | SE | S | SO | O | NO | Calme | 27  |
|----|----|----|----|---|----|---|----|-------|-----|
| 16 | 28 | 30 | 4  | 2 | 16 | 4 | 0  | Total | 100 |

D'où il résulte :

Direction moyenne du vent . . . N. 62° E

Fréquence du vent. . . . 42

C'est-à-dire que les 100 vents observés ont agi sur l'atmosphère comme si le vent avait soufflé 42 fois d'un point de la rose des vents situé entre le Nord et l'Est à 62° du point Nord.

EAU TOMBÉE. — L'eau a été recueillie dans l'ombromètre *sept* fois, les 9, 10; 16, 17, 18, 19; 24.

1<sup>re</sup> décade . . . . millim. 1,750

2<sup>me</sup> » . . . . . 14,875

3<sup>me</sup> » . . . . . 3,125

Total, millimètres 19,750

L'eau est tombée à l'état de neige les 8; 18, 19; 23.

Quantité, minimum reçue . 0,625 le 10

» maximum » . 10,250 le 17

Par rapport aux moyennes déduites de la série 1857-1871 il y a :

Pour la hauteur d'eau, un déficit de 20,337 millimètres.

Pour le nombre de jours de chute, un déficit de 3,4 jours.

CARACTÈRE DU TEMPS. — Le ciel a été clair *neuf* fois, les 2, 4, 5, 6, 7, 9; 11, 20; 25; variable *six* fois, les 1, 8, 10; 15; 21, 26; couvert *dix* fois, les 13, 14, 16, 17, 18 et 19; 23, 24, 27, 28; vaporeux les 3 et 27, *deux* fois; nuageux avec éclaircies le 12.

Sauf un coup de froid à la fin de la première décade et au commencement de la seconde, le temps a été assez doux.

Le tableau suivant résume les principales données de l'Hiver météorologique de 1873-1874.

(Voir page suivante.)

Cet hiver se présente donc avec un caractère exceptionnel sous tous les rapports et surtout pour la quantité et la fréquence de la pluie. Il présente une sécheresse très accusée dont les sources auront à souffrir. Le lac a été très bas pendant cette saison.

---

## RÉSUMÉ POUR L'HIVER MÉTÉOROLOGIQUE 1873-1874

| MOIS               | Température.<br>Degrés centés. | Pression de<br>l'air.<br>Millimètres. | Humidité<br>relative.<br>Pour cent. | Clarté du<br>ciel. | Direction du<br>vent. | Fréquence<br>pour cent. | Hauteur d'eau<br>tombée.<br>Millimètres. | Nombre de<br>jours de chute<br>d'eau. |
|--------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| Décembre 1873 . .  | + 0,05                         | 723,99                                | 93                                  | 7,3                | N. 53° E              | 38                      | 20,000                                   | 4                                     |
| Janvier 1874 . . . | + 0,91                         | 722,23                                | 88                                  | 6,7                | E. 3° S               | 32                      | 23,950                                   | 6                                     |
| Février . . . . .  | + 1,38                         | 718,67                                | 79                                  | 6,1                | N. 62° E              | 42                      | 19,750                                   | 7                                     |
| HIVER. . . . .     | + 0,78                         | 721,63                                | 87                                  | 6,7                | N. 67° E              | 36                      | 63,700                                   | 17                                    |

Il résulte de ce tableau :

Que la température moyenne de l'hiver dépasse la normale de 0,68 degrés centésimaux.

» pression » » » 3,78 millimètres.

» hauteur d'eau tombée est en-dessous de la normale de 96,226 »

Que le nombre de jours de chute d'eau est en-dessous du nombre normal de 18 jours.

*Seconde addition à la NOTICE SUR L'OBSERVATOIRE  
MÉTÉOROLOGIQUE ÉTABLI A L'ASILE DES AVEUGLES.*

(Voir page 418. Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. XII, 71.)

La moyenne des observations faites à 7 h. du matin, 1 h. et 9 h. du soir, ne donne pas la vraie moyenne diurne telle qu'elle serait obtenue par des observations horaires pendant les 24 heures; elle est trop élevée aussi bien pour la température que pour la pression de l'air. En conséquence, j'ai cherché la correction mensuelle qu'il faut apporter aux moyennes mensuelles pour obtenir des résultats plus exacts et j'ai dressé le tableau ci-dessous en utilisant les belles séries de l'observatoire de Genève.

**Tableau donnant, d'après Genève et les calculs de M. Plantamour, l'excès des moyennes thermométrique et barométrique déduites des observations tri-horaires ci-dessus sur les vraies moyennes mensuelles.**

|                   | Température.   | Pression de l'air. |
|-------------------|----------------|--------------------|
| Décembre . . . .  | + 0,13 . . . . | + 0,09             |
| Janvier . . . . . | + 0,12 . . . . | + 0,07             |
| Février . . . . . | + 0,06 . . . . | + 0,11             |
| Mars . . . . .    | + 0,25 . . . . | + 0,13             |
| Avril . . . . .   | + 0,36 . . . . | + 0,11             |
| Mai . . . . .     | + 0,43 . . . . | + 0,09             |
| Juin . . . . .    | + 0,61 . . . . | + 0,07             |
| Juillet . . . . . | + 0,53 . . . . | + 0,09             |
| Août . . . . .    | + 0,43 . . . . | + 0,11             |
| Septembre . . . . | + 0,31 . . . . | + 0,12             |
| Octobre . . . . . | + 0,21 . . . . | + 0,10             |
| Novembre . . . .  | + 0,19 . . . . | + 0,09             |
| Année . . . . .   | + 0,30 . . . . | + 0,098            |

Pour compléter les renseignements sur l'année dernière, j'ajoute le résumé pour l'Été et l'Automne de 1873.

# RÉSUMÉ POUR L'ÉTÉ ET L'AUTOMNE DE 1873.

Les moyennes thermométriques et barométriques non corrigées.

| MOIS. 1873.         | Température.    | Pression de l'air. | Humidité relative. | Clarté moyenne du ciel. | Vent dominant. | Hauteur d'eau tombée. | Nombre de jours de chute d'eau. |
|---------------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------------|
|                     | Degrés centigr. | Millimètres.       |                    |                         |                |                       |                                 |
| Juin . . . . .      | 17,2            | 717,9              | 68                 | 6                       | NE             | 63,9                  | 12                              |
| Juillet . . . . .   | 21,5            | 719,3              | 65                 | 4                       | NE             | 84,7                  | 12                              |
| Août . . . . .      | 20,3            | 719,6              | 63                 | 5                       | NE             | 55,0                  | 10                              |
| ÉTÉ . . . . .       | 19,67           | 718,87             | 65,33              | 5,00                    | NE             | 203,6                 | 34                              |
| Septembre . . . . . | 14,6            | 719,1              | 76                 | 6                       | SO             | 65,0                  | 12                              |
| Octobre . . . . .   | 10,5            | 716,4              | 80                 | 7                       | NE             | 89,8                  | 12                              |
| Novembre . . . . .  | 5,0             | 715,9              | 84                 | 8                       | NE             | 65,1                  | 13                              |
| AUTOMNE . . . . .   | 10,03           | 717,13             | 80,00              | 7,00                    | NE             | 219,9                 | 37                              |

## NOTICE

SUR LA

# VENTILATION ET L'ASSAINISSEMENT DES CAVES

PAR

**Jules-F. PICCARD**, commissaire-général.

---

La ventilation et l'assainissement des caves, soit qu'elles contiennent des vins en tonneaux, soit qu'elles renferment des substances alimentaires, est en général négligée. Cette question ne paraît pas avoir été étudiée spécialement, c'est ce que nous avons essayé de faire dans la notice qui suit.

Si dans une cave il n'y a pas de courant d'air continu, qu'on doit cependant pouvoir régler à volonté suivant les circonstances ; si l'air renfermé dans la cave est humide, méphitique et chargé de germes de moisissures diverses, corrompu encore par la présence de matières fermentescibles, telles que la plupart des substances alimentaires, cet air malfaisant s'introduira dans les tonneaux chaque fois que l'on en tirera du vin, en volume égal à celui du vin qui aura été soutiré, d'où pourrait résulter l'altération du vin ou quelqueune des maladies dont ce liquide peut être atteint.

La ventilation des caves est encore nécessaire ou plutôt



indispensable à un autre point de vue très important pour la santé et la conservation des vins en tonneaux et en bouteilles, ainsi que pour prolonger la durée des tonneaux eux-mêmes. Nous voulons parler de l'évaporation de l'humidité qui se produit à la surface des tonneaux remplis de liquide ainsi que de toutes les substances alimentaires, par la transpiration lente, imperceptible, mais continue de leur contenu.

Citons à ce sujet un fait arrivé à l'un des membres de notre Société, qui nous l'a raconté dans une séance. Cette personne voulant aller faire un séjour à la montagne, emporta une boîte remplie d'œufs frais, comptant en faire usage pour son alimentation. En arrivant à sa destination, la boîte fut placée dans une armoire ou dans quelque autre endroit. On n'eut pas l'occasion de faire emploi de cette provision, ce qui fit qu'à la fin de la saison la boîte d'œufs revint au domicile d'où elle était partie. On l'ouvrit, mais grand fut l'étonnement en voyant que tout l'intervalle entre les œufs était garni d'une moisissure blanche et serrée; œufs et moisissure ne formaient qu'un tout; les œufs étaient gâtés, cela se comprend, et furent jetés. Que s'était-il passé? La chose est bien simple. L'œuf, lorsqu'il est frais, ne présente dans son intérieur qu'un vide assez restreint, mais qui augmente graduellement à mesure qu'il vieillit. Les œufs avaient transpiré une partie de leur contenu, qui n'avait pu être vaporisé par l'air ambiant qui manquait dans la boîte, d'où sont résultées la moisissure et l'altération des œufs.

Il en est de même des tonneaux en cave, qui transpirent constamment de leur contenu, d'où s'ensuit le déchet des vins en tonneaux, qui va de 1 à 1 $\frac{1}{4}$  pour cent par an. Cependant, ce déchet doit être moindre dans un grand

tonneau que dans un petit, à cause de la plus grande surface de ce dernier proportionnellement à son contenu. Si cette transpiration n'est pas vaporisée et entraînée à l'extérieur, les tonneaux moisissent à leur surface, surtout dans les endroits par où le liquide transpire ou suinte plus facilement.

Toutes les substances alimentaires font de même, ce qui sature l'air des caves d'humidité et procure l'altération et la décomposition de ces substances, à cause de l'absence de ventilation. Les noix fraîches moisissent très vite si elles ne sont pas exposées à l'air ; le pain moisit dans une armoire et difficilement sur une table. Il en est de même des souliers et même du bois au galetas, si l'évaporation de l'eau est entravée. Les bois perdent de leur poids, après un an dès leur abattage, par moule, savoir : le fayard et le sapin, chacun neuf quintaux, et le chêne dix-huit quintaux après deux ans. Il n'y a donc rien d'étonnant de voir les moisissures s'attacher aux tonneaux de cave, aux bouchons des bouteilles, aux murailles et même aux bouteilles de verre, sous la forme d'étoiles, comme le givre aux vitres.

La ventilation proprement dite n'est pas encore suffisante pour prévenir la moisissure et les champignons dans les caves ; car l'on voit dans les galeries souterraines boisées, où il existe d'ailleurs un fort courant d'air, que les poutres et les bois présentent des moisissures jusqu'à un décimètre de longueur. Ce complément indispensable de la ventilation, pour l'assainissement des caves, est la *lumière*.

Les caves doivent donc être bien aérées et éclairées, pourvu que les rayons du soleil n'entrent pas directement dans la cave. Si la lumière ne peut se prendre qu'au midi,

il faudra placer double fenêtre avec verre dépoli ou munie d'un abat-jour. C'est un préjugé chez quelques tonneliers de croire que la lumière soit nuisible aux vins ; à ce compte-là, les vins en bouteilles devraient moins bien se conserver qu'en tonneau, ce qui n'a jamais été avancé par personne.

Pour qu'une cave à vin soit dans les meilleures conditions possibles, il faut encore, outre la ventilation et la lumière, en éloigner les substances fermentescibles et chercher à la maintenir à-peu-près toute l'année à la même température d'environ 10 degrés centigrades. Ce qu'il faut surtout éviter, ce sont les variations brusques de température, sans aller plus bas de  $+8^{\circ}$  en hiver, ni plus haut de  $+12^{\circ}$  en été. Pour cela, il est indispensable que la ventilation puisse être réglée à volonté par une seule manœuvre qui ouvre ou ferme le courant. Enfin, la cave doit être pourvue d'un thermomètre et d'un hygromètre : des instruments parfaitement semblables seront placés à l'extérieur, à l'air libre.

La ventilation doit avoir lieu principalement sur le plancher de la cave, ou plutôt dans l'intervalle entre les parois et les tonneaux, où l'œil du maître ne peut pénétrer ; il faut surtout qu'on puisse donner une plus grande quantité d'air ou de courant à telle ou telle partie de la cave qui est plus particulièrement crue et humide. Les sommiers portant les tonneaux doivent reposer sur de petites colonnes en roc dur, pour ne pas aspirer l'humidité du sol et pour laisser circuler l'air sous les tonneaux. C'est le cas le plus fréquent, dans les caves, d'avoir plus d'humidité dans une place que dans telle autre. Il faut aussi qu'une cave soit blanchie à la chaux vive de temps en temps, surtout si elle est humide, soit pour détruire les

moisissures, soit pour augmenter la lumière. Avant de blanchir les murailles et la voûte, on devra les nettoyer avec le balai et cimenter les joints. Si les tonneaux sont couverts de moisissures, ils seront lavés avec de l'eau étendue d'acide sulfurique, sauf sur les cercles, ou avec un lait de chaux épais, puis ensuite nettoyés avec la brosse.

Quel est, actuellement, le système de ventilation pratiqué par les architectes pour les caves ?

J'avais déjà une opinion bien arrêtée sur le système à adopter à cet effet, lorsque je fus consulté, il y a trois ans, par un ami, qui avait une cave dans l'état le plus déplorable sous le rapport de l'humidité et de la moisissure sur les tonneaux, parce que cette cave, très profonde dans le sol, n'avait de ventilation que par le sommet de la voûte, au moyen de deux ouvertures opposées ; il n'y avait de sec qu'une partie de la voûte et le dessus des tonneaux.

Avant de pratiquer mon système, malgré la dépense minime qu'il exige, je me suis transporté avec cet ami dans la grande cave de MM. Cornaz, négociants en vins à la Rasude, à Lausanne, afin de voir si nous trouverions là un système préférable à celui qui devait être employé.

Nous trouvâmes, dans la cave de la Rasude, sept cheminées noyées dans l'épaisseur du mur de face au nord, et autant dans celui au sud, d'environ 15 pieds de hauteur, avec orifice sur le plancher de la cave, et l'autre débouchant à l'extérieur par la partie supérieure de la cheminée. Les fenêtres adaptées aux larmiers de la cave ne laissent aucune issue à l'air, qui ne peut circuler de la cave à l'extérieur que par ces cheminées, lorsqu'un tirage peut s'établir dans ces conditions défectueuses.

Le système pratiqué à la Rasude, quoique bien supérieur à celui des larmiers ouverts seulement à la partie supérieure de la cave, présente cependant les défauts suivants :

a) Les orifices extérieurs des cheminées étant tous à la même hauteur, il n'y a pas de tirage possible, sauf quand la température extérieure est plus basse au nord du bâtiment qu'au sud, où se trouvent les faces opposées par lesquelles débouchent les cheminées à l'extérieur ;

b) Le nombre des cheminées est trop grand, ainsi que le vide de chacune d'elles : il serait préférable que l'air fût réparti sur un plus grand nombre de points dans tout le pourtour de la cave ;

c) Avec ces cheminées indépendantes les unes des autres, il manque l'unité d'action du courant d'air, à la volonté du maître : le courant prendra de préférence telle ou telle direction inconnue, suivant la position des cheminées, et la ventilation sera ralentie ou peut-être nulle dans l'endroit de la cave qui en aurait le plus besoin ;

d) Lorsqu'on veut diminuer la ventilation, on est obligé de fermer tout ou partie de plusieurs cheminées, dans des endroits peu accessibles, derrière les tonneaux, à moins de faire cette opération depuis l'extérieur aux orifices des cheminées ;

e) Enfin, ce système ne peut être employé que dans les endroits où le bâtiment est libre par deux faces opposées, et il ne peut être utilisé dans les anciennes caves, qu'il faut avoir principalement en vue pour l'assainissement et la ventilation.

Sans faire de cheminées d'un vide aussi grand qu'à la Rasude, les architectes pratiquent actuellement dans les maisons neuves de petites cheminées, aussi dans l'épaisseur

des murs ; mais comme elles sont identiques au système de la Rasude, sauf les dimensions du vide, elles présentent les mêmes lacunes.

---

Quelle est la quantité d'air nécessaire à une ventilation de cave, ou plutôt quelle doit être la surface des orifices, dont l'une serait considérée comme entrée et l'autre comme sortie de l'air, car il est nécessaire d'indiquer une limite ? Citons un exemple, et poussons les choses à l'extrême : en ouvrant à deux battants la porte principale d'une cave qui se trouverait en face d'un grand larmier ouvert, tout en fermant les autres ouvertures, il arrivera que la cave prendra à-peu-près la température de l'air extérieur, avec toutes ses fluctuations ; le courant aura lieu principalement entre la porte et le grand larmier, et certaines parties de la cave pourront garder encore leur humidité. On voit donc que l'on doit tendre à trouver le minimum de surface des orifices, tout en restant suffisant. Si la ventilation est trop forte par la quantité d'air qui passera par la cave, elle augmentera le déchet du vin sans utilité. Si la cave est très humide, on augmentera la surface des ouvertures ; elle sera, au contraire, prise au minimum dans les caves construites dans le sable ou le gravier. La pratique seule indiquera la surface convenable, mais il est à présumer que celle d'un cercle d'un décimètre de diamètre sera plus que suffisant pour les caves de moyenne grandeur, et que, pour les plus grandes caves, le cercle de deux décimètres ne devra jamais être dépassé.

---

Chacun sait que dans les travaux souterrains, dans les mines qui présentent une ouverture inférieure et une autre

supérieure, avec une différence de niveau assez grande, il s'établit une ventilation naturelle, qui est produite par la différence de poids entre l'air extérieur et celui de l'intérieur dans la mine, chaque fois que les températures extérieure et intérieure sont inégales. Supposons-nous en hiver, avec une température extérieure plus basse que celle dans la mine, la colonne de l'air froid à l'extérieur pesant davantage que la même colonne d'air chaud dans la mine, l'air froid extérieur rompant l'équilibre entrera par l'ouverture inférieure, et une même quantité d'air chaud en sortira par l'ouverture supérieure. Par contre, en été, ou chaque fois que la température de l'air extérieur sera plus élevée que celle de l'air dans la mine, l'air frais intérieur sortira par l'ouverture inférieure, et une même quantité d'air chaud venant de l'extérieur entrera dans la mine par l'ouverture supérieure. En un mot, le courant naturel sera constant, dans un sens ou dans l'autre; il ne sera arrêté que pendant les heures où les deux températures extérieure et intérieure seront égales. Le courant est quelquefois, pendant le jour, inverse de celui de la nuit, à cause de la variation de la température extérieure. Tout cela n'est que la répétition de l'expérience des deux bougies placées au haut et au bas de l'ouverture de la porte entr'ouverte, entre une chambre chaude et un corridor attendant, qui est à une température plus basse que celle de la chambre. Dans le tunnel en pente de la Cornallaz, de la voie ferrée entre Lausanne et Oron, le courant d'air monte en hiver et descend en été. <sup>(1)</sup>

(<sup>1</sup>) Le fait du courant d'air descendant, de haut en bas en été, dans les canaux souterrains, explique bien la persistance des fièvres typhoïdes dans les parties inférieures des villes situées sur des collines, comme Lausanne et Berne. Les miasmes malfaisants réunis et concentrés en un même point, à la sortie com-

Il ne s'agit donc que d'utiliser pour les caves la ventilation naturelle procurée par la différence de température entre l'air intérieur de la cave et l'air extérieur, *en pratiquant dans la cave deux seules ouvertures, l'une haute et l'autre basse, en fermant avec soin toutes les autres issues à l'air*, en mettant des fenêtres bien jointives aux larmiers existant. Mais si l'on se bornait à cela, la ventilation de la cave serait encore bien défectueuse ; elle n'aurait lieu que dans une seule direction, en privant de ventilation active les autres parties de la cave. Cette ventilation imparfaite existe dans beaucoup de caves ; d'autres ont plusieurs larmiers ouverts à la partie supérieure de la cave, sans ouverture inférieure.

*Pour obtenir la distribution de l'air dans toutes les parties de la cave, il faut le conduire dans un tuyau placé dans le pourtour de la cave, à environ 15 centimètres en dessus du plancher.* L'une des extrémités de ce tuyau d'aérage s'amorcera avec l'ouverture inférieure pratiquée horizontalement dans la muraille de la cave arrivant à l'extérieur, et l'autre extrémité du tuyau dans la cave sera

mune d'un grand nombre de canaux d'égouts, sont surtout dangereux en été. Mais comme en hiver le courant d'air chemine en sens contraire, c'est-à-dire du bas en haut, ces miasmes sont en général moins à craindre en hiver pour les parties élevées des villes, où ce courant y arrive disséminé sur un grand nombre d'issues en perdant de son intensité.

C'est à un séjour fait par le prince de Galles, dans un château près de la mer, je crois en automne, où les lieux d'aisances sont connus pour répandre beaucoup d'odeur, qu'on attribue le typhus dont ce prince a été atteint et dont il a failli être la victime.

Cela montre l'importance que l'on doit mettre, en construisant les maisons, à placer des coupe-vents aux issues des égouts, pour empêcher aux miasmes de se répandre dans l'intérieur des maisons.



*fermée. Mais ce tuyau sera percé, à sa partie inférieure, d'une certaine quantité de trous circulaires, dont la surface totale doit être égale à la surface de la section du tuyau d'aérage, à son amorce avec l'ouverture inférieure.*

*L'ouverture supérieure dans la cave sera complètement indépendante du tuyau d'aérage placé dans le fond, et ne s'y reliera que par l'intermédiaire de l'air renfermé dans la cave. La position de cette ouverture supérieure est indifférente ; cependant, on donnera la préférence en plaçant l'ouverture inférieure au midi et la supérieure au nord. En voici la raison. Nous savons qu'en été l'air entrera dans la cave par l'ouverture supérieure, qui, supposons-nous, sera située au nord ; or, de ce côté du bâtiment, la température sera un peu plus basse qu'au sud, ce qui fait que l'air qui s'introduira dans la cave par le nord en été sera un peu moins chaud que celui qui y entrerait par l'ouverture la plus élevée qui aurait été placée dans la face méridionale du bâtiment.*

Plus la différence de niveau entre les deux ouvertures inférieure et supérieure de la cave sera grande, ainsi que la différence de température entre l'air extérieur et celui dans la cave, et plus aussi le courant d'air sera énergique.

Une question importante à résoudre est celle du choix du tuyau d'aérage. Les conditions de durée et de bon marché devront avoir la préférence. Il ne peut pas être question d'un tuyau en tôle, qui s'oxyderait ; celui en fer-blanc vaudrait déjà mieux, mais il coûte 60 centimes le pied, ainsi que celui en zinc ; ce dernier s'oxyde facilement dans les endroits crus et surtout au contact de la chaux et des ciments. Il reste les tuyaux en grès, bien cuits ; tels sont les tuyaux collecteurs employés pour recevoir les eaux provenant des drainages à leur sortie à l'extérieur. Leur

coût, pour des tuyaux de 10 à 20 centimètres de vide, varie de 15 à 30 centimes le pied courant.

Les trous aux tuyaux en grès seraient pratiqués au moment de leur fabrication ou à sec avec le vilebrequin. Pour trouver le diamètre à donner à ces trous du tuyau d'aérage, eu égard à sa section, et pour éviter tout calcul, il suffira de se déterminer sur la quantité de trous, entre les nombres 16, 25, 36, 49, 81, 100, qui sont les carrés des nombres 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Si, par exemple, vous désirez avoir 100 trous, qui est le carré de 10, vous diviserez le diamètre du vide du tuyau en 10 parties égales; une de ces divisions sera le diamètre du trou, dont 100 égaleront la surface de la section du tuyau; pour 49 trous, vous diviserez le diamètre du tuyau en 7 parties, et ainsi de suite. Si, enfin, les trous étaient déjà pratiqués dans les tuyaux et que leur diamètre pût se porter 4 fois et demie sur celui du vide du tuyau, le nombre des trous à conserver serait compris entre 16 et 25, soit 20. On pourra être appelé à en fermer quelques-uns ou à en ouvrir d'autres, pour arriver au nombre voulu.

On fera aussi usage de tuyaux coudés à placer dans les angles de la cave; on n'aura besoin ni d'emboîtures aux tuyaux, ni de manchons; on placera premièrement les coudes, puis ensuite les tuyaux, en faisant reposer chaque joint sur un petit pilier composé de deux briques placées de plat, ce qui amènera les tuyaux à environ 15 centimètres en dessus du plancher de la cave. Lorsque tout sera en place, on cimentera les joints, tout en fixant par ce moyen les tuyaux aux briques et à la muraille: l'ensemble formera un tout solide, dont la pose n'exigera que quelques heures dans la plupart des cas.

Une fois le tuyau installé dans la cave, comment aura

lieu la ventilation? Lorsque l'air extérieur sera plus froid que celui dans la cave, cet air extérieur entrera par l'ouverture inférieure et se dirigera dans toute la longueur du tuyau en s'échappant sur son passage par chacun des trous placés à sa partie inférieure ; une quantité égale d'air s'échappera par l'ouverture supérieure. Par contre, en été, et chaque fois que l'air extérieur sera plus chaud que celui de la cave, cet air extérieur entrera par l'ouverture supérieure, et une quantité égale d'air sera aspirée par le tuyau d'aérage placé dans la cave pour sortir à l'extérieur par l'orifice inférieure.

Cette circulation continue d'air dans toute la cave, mais principalement sur son plancher, sera peut-être assez puissante pour entraîner à l'extérieur l'acide carbonique qui se dégage en abondance, par la fermentation, à la vendange. C'est ce que l'expérience montrera.

Afin de régler la ventilation à volonté, l'ouverture supérieure dans la cave sera munie d'un glissoir se mouvant dans le sens vertical ou horizontal, au moyen d'un fil passant sur une poulie. Cette fermeture est préférable à celle au moyen d'une bascule qui serait placée dans le tuyau d'aérage, près de l'ouverture inférieure. Les deux ouvertures pour la ventilation seront munies de grilles à l'extérieur, surtout l'inférieure, afin d'empêcher l'entrée des rats dans la cave, ou l'encombrement du tuyau d'aérage par des malveillants. Il faut aussi que la surface, soit le vide entre les barreaux de la grille ou entre les mailles du treillis, soit égal, ou mieux un peu plus grand que la section du tuyau d'aérage, afin d'assurer le passage de la quantité d'air correspondant à sa section.

Nous ferons remarquer que les caves sont plus humides, ou paraissent telles, et ont une température plus élevée

en été qu'en hiver : c'est ce qui favorise le plus le développement des moisissures pendant la saison chaude, surtout si le courant d'air est complètement fermé, dans la crainte d'introduire dans la cave de l'air chaud. De même que les vapeurs d'eau en suspension dans l'air d'une chambre chaude, en hiver, se condensent et se déposent contre les vitres, qui sont des parois froides, ainsi que contre les murailles de faible épaisseur, tout comme à la surface d'une carafe remplie d'eau fraîche, en été; de même aussi il en arrive dans les caves. En été, les parois des caves sont à une température plus basse que l'air dans la cave, ce qui fait que les vapeurs s'y condensent souvent en si grande abondance, que l'eau découle des parois et forme des mares d'eau sur le plancher, tandis qu'en hiver cela n'a point lieu, parce que les parois de la cave sont ou à une température plus élevée que l'air dans la cave, ou tout au moins à une température égale.

Le courant d'air ne devra donc jamais être complètement fermé, pas plus par les grands froids et les fortes bises que par les plus grandes chaleurs, à moins que la température dans la cave ne descende en hiver en dessous de 8 degrés. En effet, l'introduction d'une certaine quantité d'air chaud et sec, en été, dans une cave humide, n'aura point pour effet d'élever la température dans la cave, mais bien de l'abaisser, car toute évaporation d'eau produit un abaissement de température. Toutefois, si l'air chaud servant à évaporer l'eau était introduit dans la cave en trop grande quantité, il pourra arriver que l'abaissement de température produit par l'évaporation sera annulé par la température moyenne que prendra l'air de la cave, par le fait de l'entrée d'une trop grande quantité d'air chaud, ce qui fait que l'on arriverait ainsi à un résultat inverse à

celui qu'on cherchait d'obtenir. On aurait donc tort, pendant les grandes chaleurs, de fermer complètement le courant d'air pendant le jour, mais on aura soin de l'ouvrir en entier pendant la nuit, surtout si la température extérieure est plus basse que celle de la cave, et si l'air extérieur est sec. Lorsque l'air extérieur sera très humide, on diminuera le courant : il faudra donc consulter souvent les hygromètres et les thermomètres intérieurs et extérieurs, pour arriver à gouverner sa cave, comme l'on apprend à connaître le caractère d'un cheval pour le conduire en conséquence. Il ne sera pas toujours facile de pratiquer dans les caves deux ouvertures, l'une haute et l'autre basse. Il faudra souvent recourir à divers artifices pour y suppléer.

Lorsque la cave sera en sous-sol, sans aucune issue basse débouchant à l'extérieur, on pratiquera dans le sol, en dehors du bâtiment, mais contre celui-ci, une excavation demi-circulaire, comme la moitié d'un puits prise dans le sens vertical, parce que cette forme se prête mieux pour résister à la poussée des terres. Cette excavation sera couverte à une certaine hauteur au-dessus du sol, mais non fermée par les côtés, afin que l'air extérieur y entre librement, de manière que la température au fond de l'excavation soit à peu près égale à celle de l'air extérieur. C'est au fond de cette excavation que sera pratiquée l'ouverture inférieure entrant dans la cave sur le plancher.

Lorsque cette excavation extérieure ne pourrait pas être pratiquée pour obtenir une ouverture inférieure arrivant au fond de la cave, il faudra alors amorcer le tuyau d'aérage au larmier le plus bas, puis faire descendre ce tuyau dans le fond de la cave et le conduire dans son pourtour, en fermant tous les autres larmiers par des fenêtres bien join-

tives. On pratiquera alors, au plafond de la voûte, une cheminée d'une section quadruple au moins de celle du tuyau d'aérage, afin que la température dans cette cheminée puisse se mettre à-peu-près au niveau de celle de la cave. Cette cheminée traversera le ou les étages supérieurs ou sera pratiquée en saillie en dehors du bâtiment, et sera terminée par une ouverture égale au tuyau d'aérage, pour déboucher à l'extérieur. Dans certains cas, ce tuyau pourra sortir sur le toit de la maison.

Lorsqu'une cave serait déjà pourvue d'une coulisse spéciale d'assainissement, servant aussi à y jeter les eaux de lavage de la cave, sans s'embrancher avec une autre coulisse d'eaux sales, cette coulisse pourra servir d'orifice inférieure, à laquelle on fera amorcer le tuyau d'aérage par un embranchement. Il sera alors pratiqué à la naissance de cette coulisse dans la cave un trop-plein, soit coupe-vent, afin qu'elle puisse continuer à recevoir les eaux excédantes et de lavage, comme auparavant, tout en laissant arriver l'air au tuyau d'aérage sans passer par le coupe-vent.

La ventilation peut aussi s'opérer, dans certains cas, sur plusieurs caves contigües, avec une seule ouverture inférieure et une autre supérieure, mais si ces caves appartiennent à des propriétaires différents, l'un d'eux pourrait fermer le courant d'air, au détriment de celui qui aurait intérêt à le tenir ouvert.

Pour terminer cette notice, nous dirons que la dépense à faire pour la ventilation d'une cave variera entre 30 et 60 francs, pour tuyaux, grilles ou treillis, percement d'un mur et ciment. Enfin, pour la première cave dont nous avons opéré l'assainissement et la ventilation, d'après le système proposé, il y a trois ans, et dont nous avons parlé

plus haut, la réussite a été complète, mais le propriétaire tenait trop souvent le courant fermé, soit en été soit en hiver, ce qui fait qu'il perdait ainsi tous les avantages de la ventilation, mais maintenant il a reconnu son erreur, et dirigera mieux sa cave à l'avenir.



# SUR LA FORMATION DES ACIDES DES FRUITS

par le

**D<sup>r</sup> Heinrich BRUNNER,**

Professeur à l'Académie de Lausanne.

---

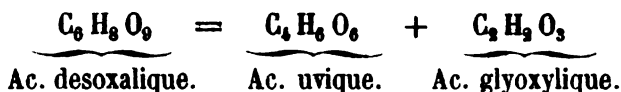
Depuis quelques années déjà j'étudie les produits que l'on obtient en traitant l'éther oxalique par l'amalgame de sodium. <sup>(1)</sup> Les premières études sur ce sujet ont été entreprises par Löwig. Ce chimiste obtenait par ce traitement l'éther de l'acide désoxalique, acide auquel il donnait la formule  $C_5H_6O_8$ ; en même temps il croyait avoir trouvé parmi les produits de la réaction un sucre fermentescible. Quant à moi, j'ai prouvé que le dégagement de l'acide carbonique et la réduction de la liqueur Fehling, observés par Löwig, ne proviennent pas d'un sucre, mais bien des produits secondaires de décomposition de l'acide oxalique; en outre j'ai réussi à démontrer, par un grand nombre d'analyses, que l'acide désoxalique ne correspond pas à la formule  $C_5H_6O_8$ , mais à la formule  $C_6H_6O_9$ ; puis enfin que l'acide désoxalique est un acide hexatomique et tribasique qui, comme l'acide glyoxylique dans certaines

<sup>(1)</sup> Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1871, erstes Heft.



circonstances, peut se combiner avec quatre atomes d'une base monovalente ou deux atomes d'une base bivalente. — Nous verrons plus tard ce qui a pu induire Löwig en erreur.

Il existe entre l'acide désoxalique et quelques substances végétales, spécialement les acides des fruits, des relations très intéressantes, et l'acide désoxalique joue, à ce qu'il me semble, un très grand rôle dans la vie végétale. Jusqu'à présent il m'a été impossible d'obtenir l'acide désoxalique lui-même, à cause de sa grande instabilité, quoiqua ses sels, à peu d'exceptions près, soient très stables. En effet, pour obtenir l'acide, je devais employer son sel d'argent en le décomposant par l'hydrogène sulfuré; mais ce sel lui-même se décompose très facilement à la lumière diffuse, et à une température plus élevée avec détonation. En outre, même en prenant les précautions convenables, lorsqu'on évapore la solution aqueuse de l'acide désoxalique, ce dernier se décompose en acide uvique et en acide glyoxylique:

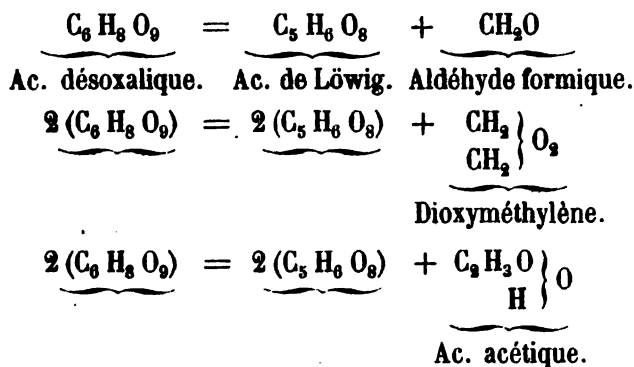


Une décomposition, dont les détails ne me sont pas encore bien connus, se produit dans l'acide désoxalique lorsqu'on essaie de transformer son sel d'ammonium en son sel acide de potassium, en ajoutant pour cela au sel d'ammonium du carbonate de potassium et de l'acide acétique. Dans ces circonstances on obtient non le sel cherché, mais le sel de potassium de l'acide  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_8$  de Löwig. Or ce dernier sel étant le point de départ de tout le travail de Löwig<sup>(1)</sup>, et celui-ci, n'ayant pas observé la décom-

(<sup>1</sup>) Journal für praktische Chemie, Band 79, 83 und 84.

position ci-dessus indiquée, on comprend l'erreur qu'il a commise quant à la composition de l'acide désoxalique, erreur dont j'ai parlé plus haut.

Outre l'acide de Löwig, il peut se former, par cette réaction : de l'aldéhyde formique, du dioxyméthylène ou de l'acide acétique, et cela suivant que la réaction porte sur une ou deux molécules de l'acide désoxalique :



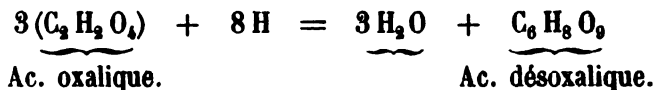
C'est là le point particulier que je m'occupe actuellement à éclaircir.

Avant d'aller plus loin, je dois signaler une réaction assez remarquable qui se produit lorsqu'on cherche à obtenir l'amide de l'acide désoxalique. J'ai traité pour cela l'éther désoxalique en solution alcoolique par de l'ammoniaque. Il se forme d'abord une solution jaune; après quelque temps cette solution dépose une matière d'un rouge cinabre magnifique, dont la couleur est détruite par les acides minéraux, à l'exception de l'acide sulfureux, mais pas par les alcalis. L'eau décompose ce corps en un acide cristallisé, soluble dans l'eau (acide uvique?) et en une matière colorante rouge amorphe. La solution alcoolique du précipité cinabre donne, après quelque temps,

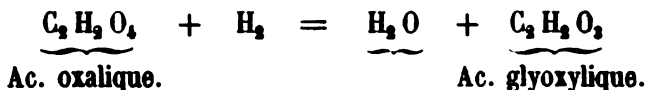
avec le tétrachlorure de platine des octaèdres de chloroplatinate d'ammonium. La formation et les réactions de ce corps présentent certaines analogies avec celles de quelques matières colorantes des plantes, comme, par exemple, l'orcéine dans l'orseille et la couleur du tournesol.

Quant à la formation de l'acide désoxalique, elle est la suivante :

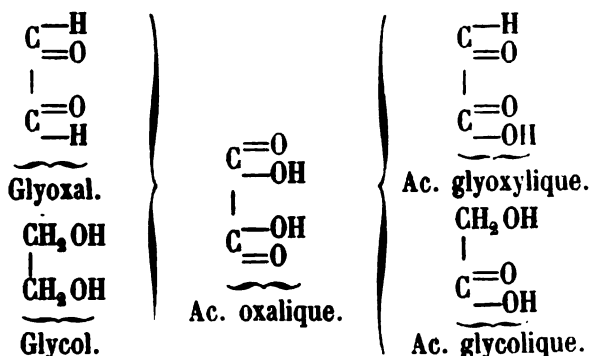
La réaction de l'amalgame de sodium sur l'éther oxalique donne l'éther désoxalique. Pour simplifier, nous considérons l'action de l'amalgame comme si elle ne se produisait que sur l'acide oxalique : trois molécules de ce dernier avec huit atomes d'hydrogène (produit par l'amalgame de sodium) donnent trois molécules d'eau et une molécule d'acide désoxalique :



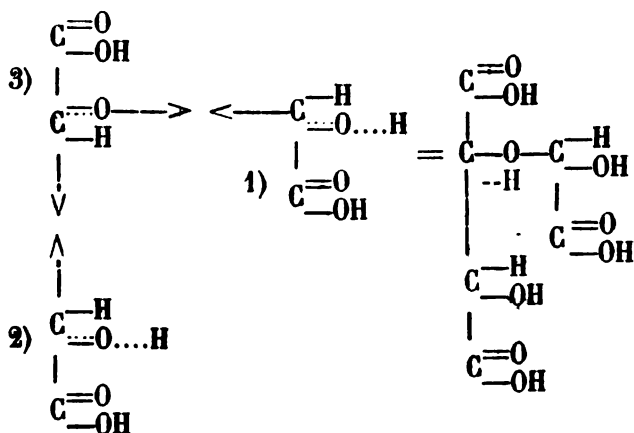
Probablement chaque molécule de l'acide oxalique est réduite de la même manière en acide glyoxylique.



L'acide glyoxylique est en même temps un aldéhyde; son acide est l'acide oxalique, qui forme encore un autre aldéhyde, le glyoxal; l'alcool du glyoxal est le glycol (alcool éthylénique.) L'alcool de l'acide glyoxylique, c'est l'acide glycolique; nous avons les relations suivantes :



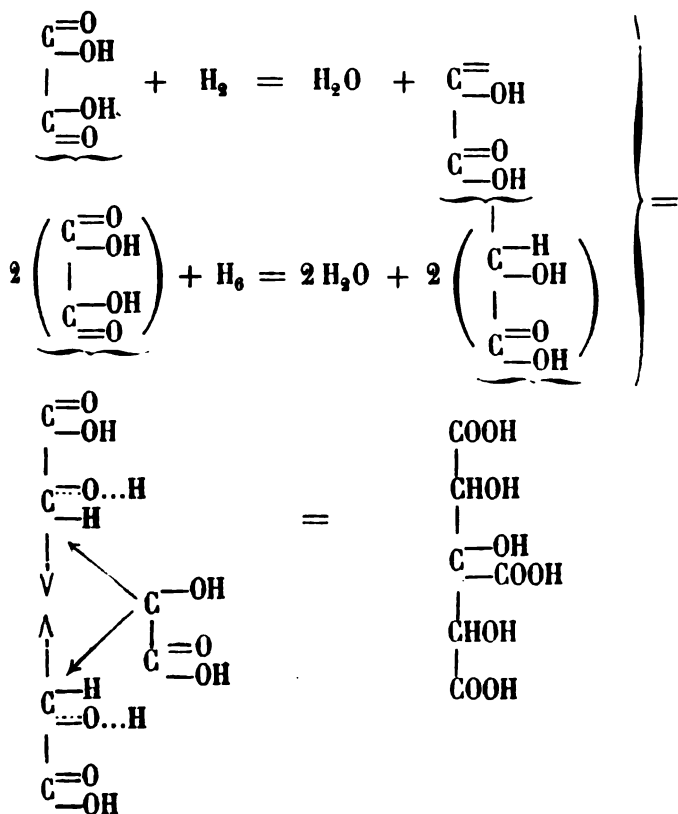
Tous les aldéhydes ont la tendance de se polymériser. Il en est ainsi de l'acide glyoxylique : trois molécules de ce dernier se combinent peut-être de manière que l'oxygène de deux molécules du groupe aldéhyde  $\text{C} \begin{array}{l} \text{=} \text{O} \\ \text{---} \text{H} \end{array}$  forme avec un atome d'hydrogène l'oxyhydrile  $\text{---O---H}$  ; il en résulte deux valences (atomicités) libres de carbone  $\text{C} \begin{array}{l} \text{---} \text{OH} \\ \text{---} \text{H} \end{array}$  dont une se combine avec l'oxygène du groupe aldéhyde de la troisième molécule ; cette réaction donne de nouveau une valence libre de carbone de la troisième molécule, qui se sature avec l'autre de la deuxième molécule :



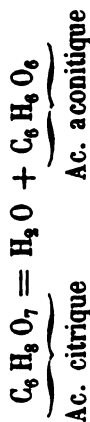
Cette formule est plausible et elle exprime clairement la formation de l'acide uvique et glyoxylique de l'acide désoxalique.

Une autre formation et formule est encore plus plausible, surtout parce qu'il semble qu'il existe encore une autre modification de l'acide désoxalique, qui forme, non un éther cristallin, mais syrupeux. La formation serait :

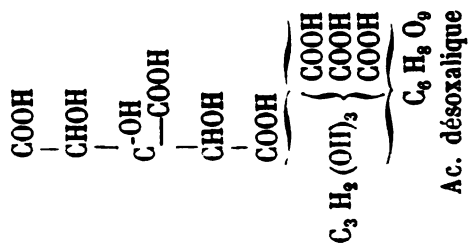
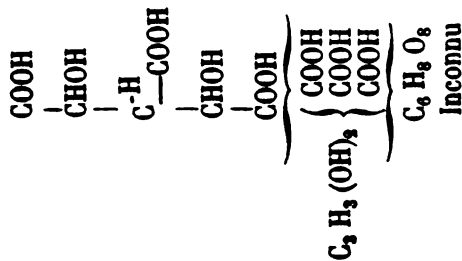
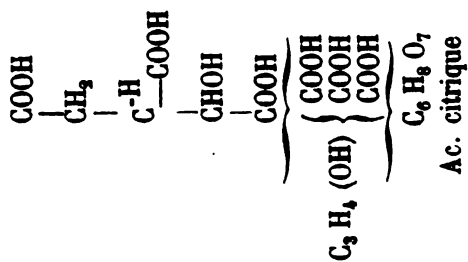
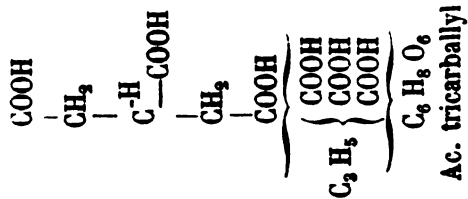
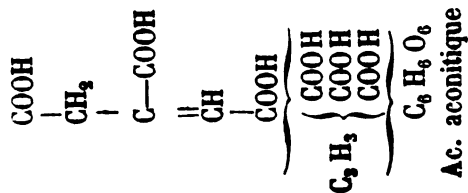
Avant, ou peut-être en même temps, qu'il se forme par réduction du groupe  $\text{C}=\text{O}$  de l'acide oxalique, le groupe aldéhyde  $\text{C}=\text{O}$  quelques molécules sont transformées d'abord en  $\text{C}=\text{OH}$  et les deux valences libres de carbone qui se forment sont employées pour fixer les deux valences libres de deux autres molécules qui possèdent déjà les groupes  $\text{C}-\text{OH}$  par addition de l'hydrogène :



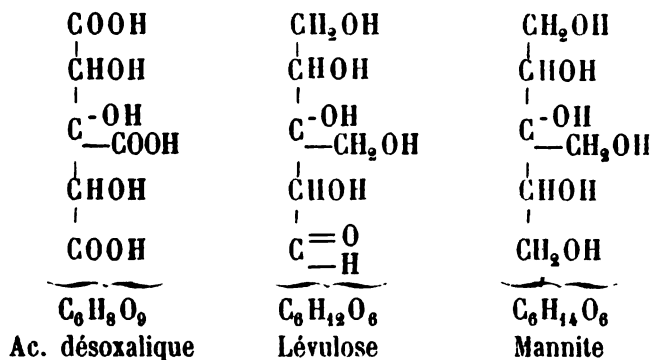
Si l'acide désoxalique a cette formule, il est en relation très intime avec un autre acide des fruits, avec l'acide citrique; dans ce cas on peut regarder l'acide désoxalique comme un acide dioxycitrique. De là découlent les relations suivantes avec l'acide tricarballoylique, car ce dernier est un produit d'addition d'hydrogène à l'acide acetonique, un acide qui se trouve aussi dans quelques plantes comme *Aconitum napellus*, *Delphinium consolida*, etc., et on sait qu'on peut obtenir l'acide acetonique en chauffant l'acide citrique.



Nous aurions les relations :

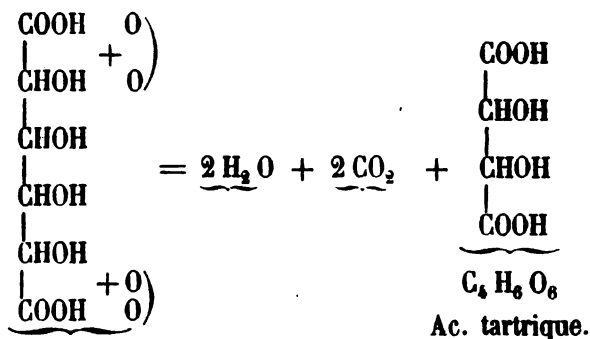
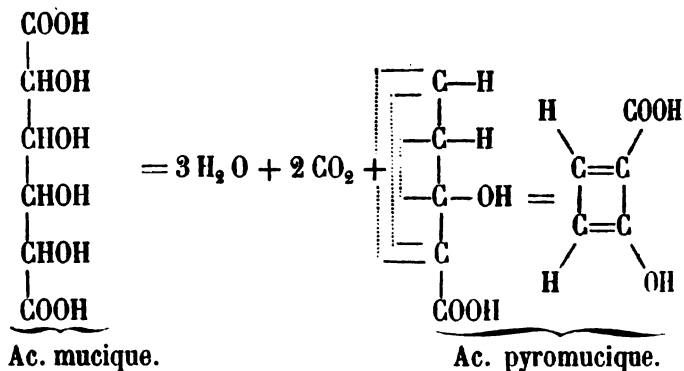


Cette dernière formule de l'acide désoxalique nous donne aussi peut-être des éclaircissements importants sur la constitution et sur la formation des hydrates de carbone : ces derniers se formeraient par réduction de l'acide désoxalique. La lévulose ou le sucre des fruits, par exemple, serait le premier aldéhyde, la mannite serait l'alcool de l'acide désoxalique :

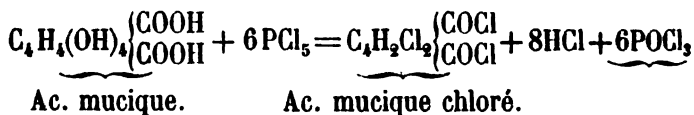


Pour attribuer cette formule à la lévulose, nous nous appuyons sur la réaction qu'elle donne en la traitant par le chlore et l'oxyde d'argent hydraté : elle forme de l'acide glycolique, qui est, comme nous l'avons vu, en relation avec l'acide désoxalique. La lévulose doit avoir une chaîne latérale, puisqu'elle donne par l'oxydation avec l'acide azotique de l'acide saccharique, qui doit aussi avoir une chaîne latérale, parce que son acide isomérique, l'acide mucique a, dans tous les cas, une chaîne droite, ce qui se démontre par les réactions. l'acide mucique  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_8$  donne par la distillation à sec l'acide pyromucique  $\text{C}_5\text{H}_4\text{O}_3$ , par la réduction avec l'hydrogène ou l'acide iodhydrique l'acide adipique  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$ , et par l'oxydation l'acide tartrique :





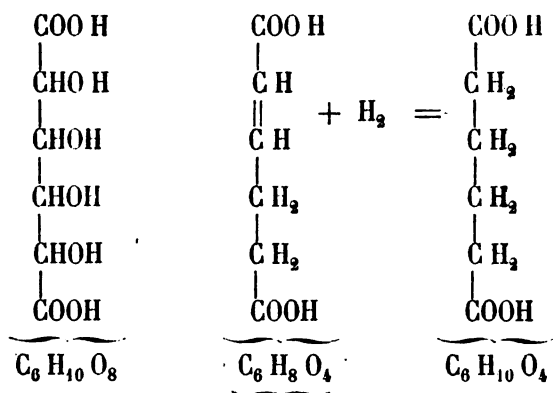
Par le perchlorure de phosphore, l'acide mucique es d'abord transformé dans un chlorure cristallin :



Ce chlorure donne avec de l'eau de l'acide chlorhydrique et de l'acide muconique chloré  $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2\text{O}_4$ , ce dernier avec l'amalgame de sodium (1) se transforme d'abord en

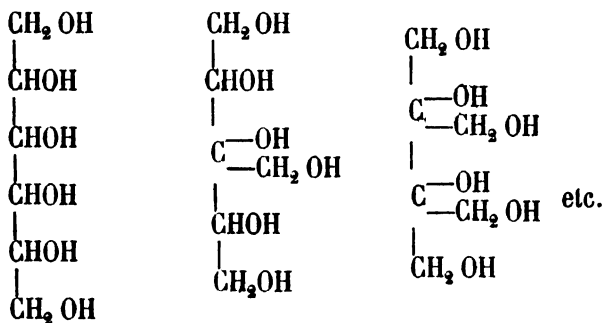
(1) Berliner Berichte, Limpricht 1871, page 805.

acide hydromuconique et celui-ci à la fin en acide adipique :



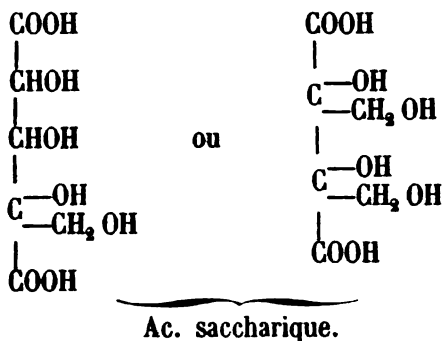
Ac. mucique. Ac. hydromuconique. Ac. adipique.

Puisque la mannite donne par oxydation avec de l'acide azotique aussi l'acide saccharique, elle doit aussi avoir la chaîne latérale. En réalité, c'est une supposition gratuite d'attribuer à la mannite une chaîne droite, parce que le groupe  $\text{C}_6$  est un des plus variables, par exemple :

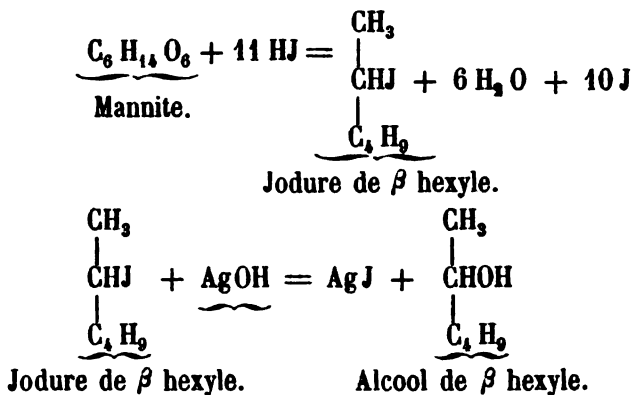


La constitution de la dulcité, isomère de la mannite, représente très probablement la chaîne droite, parce que la dulcité se transforme sous l'action de l'acide azotique

en acide mucique, tandis que la mannite s'oxyde par l'acide azotique ordinaire en acide saccharique, pour lequel, quant à sa constitution, il y a deux possibilités :

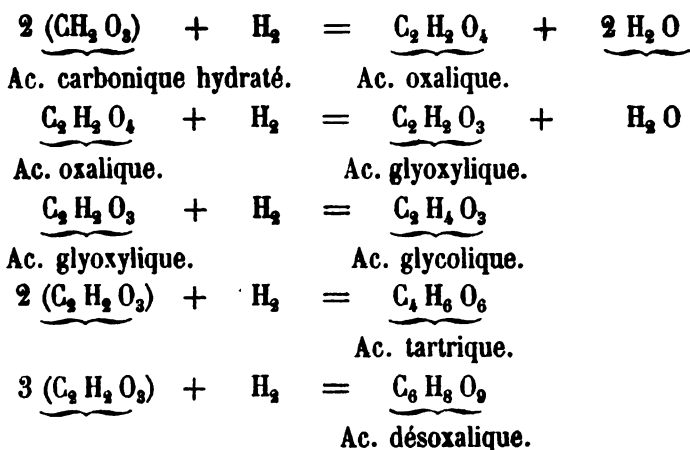


A l'appui de l'existence d'une chaîne latérale dans la mannite, nous citerons encore la réaction remarquable par laquelle elle se transforme sous l'action de l'acide iodhydrique en iodhydrate d'hexyle secondaire  $\text{CHJ} \left\{ \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{C}_4\text{H}_9 \end{array} \right.$  lequel, avec l'oxyde d'argent hydraté, ne donne pas l'alcool hexylique normal, mais l'alcool hexylique secondaire ou l'alcool de  $\beta$  hexyle (*Methylbutylcarbinol*).



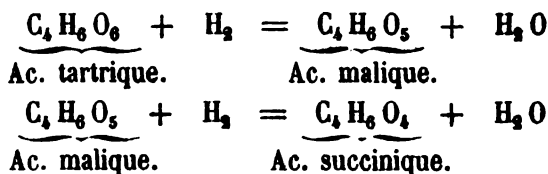
Il me semble évident que l'acide désoxalique est un des termes intermédiaires de la série des formations des matières végétales. D'un côté les rapports de constitution qui le lient aux hydrates de carbone, d'un autre côté sa liaison intime, constatée, avec les acides des fruits, à la formation desquels il contribue, tout cela vient à l'appui de l'opinion déjà ancienne de Liebig, que l'existence des végétaux dépend d'actions de réduction successives, et qu'on peut en général regarder la vie animale comme vie analytique et la vie végétale comme vie synthétique. La nature effectue ces phénomènes de réduction par l'action combinée de la lumière et de la chaleur, ce qui produit une augmentation de matières nutritives et de matières en réserve dans les plantes qui sont exposées à beaucoup de lumière. Si nous nous souvenons que la plante ne peut absorber l'acide carbonique que sous l'influence de la lumière, fonctionnant comme agent de réduction, et que l'acide carbonique, comme les expériences remarquables et instructives de Kolbe et Schmidt et de Kolbe et Drechsel l'ont prouvé, se transforme en acide formique et en acide oxalique par des agents de réduction, tels que le potassium et le sodium, on ne peut presque plus douter que l'acide carbonique, en présence de l'eau, par des procédés réductifs continus, forme les matières les plus importantes des plantes.

De l'acide oxalique, formé par réduction de l'acide carbonique, il se forme, par réduction continue, de l'acide glyoxilique; ce dernier, suivant qu'une, deux ou trois molécules se combinent avec une molécule d'hydrogène, se transforme en acide glycolique, tartrique ou désoxalique :



J'ai publié cette théorie il y a quelques années <sup>(1)</sup>, espérant pouvoir en donner les preuves; mais d'autres travaux m'ont arrêté. Aujourd'hui Debus <sup>(2)</sup>, qui avait connaissance de mon travail, a constaté, suivant mes prévisions, la formation de l'acide glycolique et tartrique dans les produits secondaires du traitement de l'éther oxalique en solution alcoolique par l'amalgame de sodium.

Pour compléter ce qui a trait à la série des acides des fruits qui se forment par réduction et qui sont aussi en relation avec l'acide désoxalique, je rappelle que, par réduction de l'acide tartrique, on obtient d'abord l'acide malique et enfin l'acide succinique



<sup>(1)</sup> Berliner chemische Berichte 1870.

<sup>(2)</sup> Annalen der Chemie und Pharmacie 1873, Heft I.

L'acide malique, en perdant une molécule d'eau, se transforme en acide fumarique  $C_4H_4O_4$ , qui se trouve aussi dans différentes plantes (*Corydalis*, *Fumaria*, *Glaucium*), et l'acide fumarique, par addition d'hydrogène, se transforme en acide succinique :

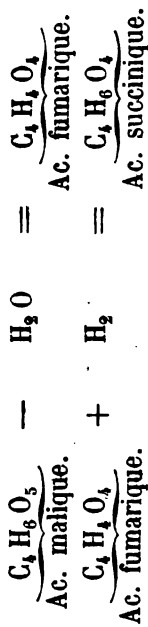
(Voir page 357.)

Ce qui précède nous fournit une vue d'ensemble sur la formation des acides des fruits, on voit donc qu'ils dérivent tous de l'acide carbonique et de l'eau directement, ou pour quelques-uns peut-être, comme, par exemple, l'acide citrique, indirectement.

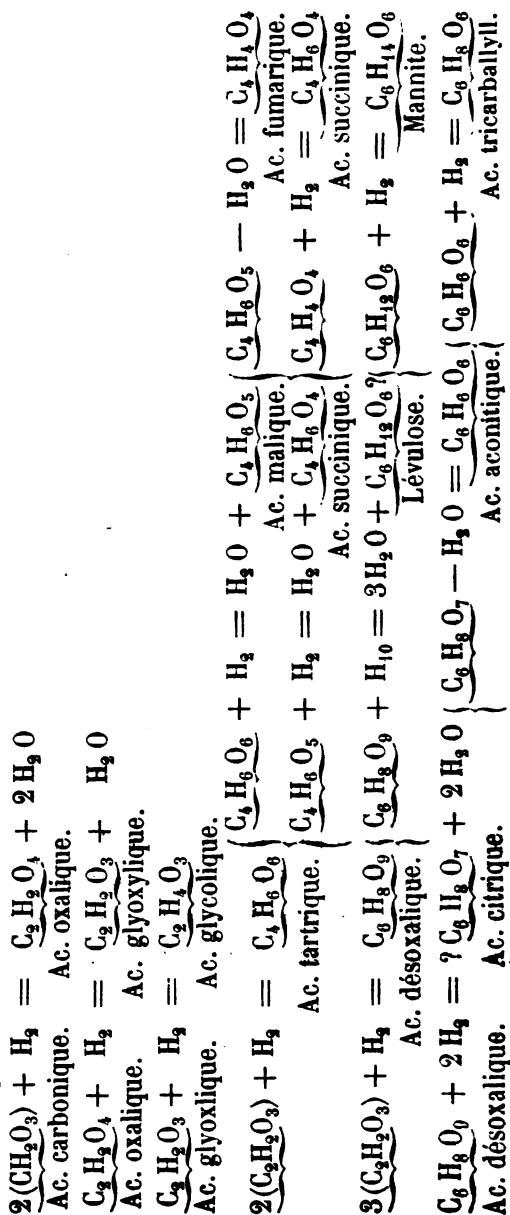
A l'exception de l'acide glyoxylique et désoxalique, on a trouvé dans les plantes tous les acides nommés; il est d'un grand intérêt pour la physiologie des plantes de voir si on réussira à y constater la présence de ces deux acides, ainsi que la présence de l'acide citrique dans les résidus du traitement de l'éther oxalique par l'amalgame de sodium.

Ce travail m'occupe actuellement et je dois ici remercier mon honorable collègue, M. le professeur H. Carrard, de l'obligeance avec laquelle il a bien voulu, pour faciliter mon travail, me faire parvenir une fort grande provision de raisins, parvenus à un point de développement convenable pour y rechercher les acides.

---



En répétant le tout nous avons les relations suivantes :



Une variété nouvelle ou peu connue de  
**GLOIRE**  
ÉTUDIÉE SUR LE LAC LÉMAN

par le Dr **F.-A. Forel**,  
Professeur à l'Académie de Lausanne.

---

La langue de l'histoire désigne sous l'appellation de *gloire* l'auréole qui entoure le nom d'un général illustre par le nombre de provinces qu'il a subjuguées, par les milliers de pauvres soldats qu'il a fait massacrer.

La langue de l'art religieux désigne sous le nom de *gloire* l'auréole qui entoure la tête des dieux et saints des premiers ordres; dans l'imagerie chrétienne, cet insigne de la divinité est un cercle suspendu plus ou moins obliquement à quelques centimètres au-dessus du vertex; dans l'art antique grec ou latin, la gloire était un faisceau de rayons divergents placés autour de la tête.

Dans la langue de la physique moderne, on appelle *gloire* un phénomène optique consistant en une auréole brillante qui entoure dans certains cas spéciaux l'ombre de l'observateur.

C'est de cette dernière forme, la plus innocente sans doute, de la gloire que je veux m'occuper aujourd'hui en décrivant une variété peu connue du phénomène et en cherchant l'explication.

---



L'on a signalé à ma connaissance des gloires apparaissant dans les circonstances suivantes <sup>(1)</sup> :

1<sup>o</sup> L'observateur tourne le dos à un soleil brillant sur un sol herbeux, sur un terrain labouré ou rocailleux ; il voit son ombre, et en particulier l'ombre de sa tête, entourée d'une zone plus brillante, plus éclatante que le reste du terrain. Winterfeld en a donné, en 1795, l'explication suivante : Si l'on se représente tout le firmament parsemé de lunes, l'on comprendra facilement que la région du ciel la plus brillante, la plus brillamment illuminée, serait celle qui entourerait l'ombre de la terre. Dans cette région, toutes les lunes seraient à l'état de *pleines lunes* ; dans les autres régions du ciel, elles ne seraient qu'à l'état de *quartiers* ou de *nouvelles lunes*. Il en est de même des herbes, des grains de sable, des cailloux, qui, pour notre œil, sont d'autant plus brillamment éclairés et nous montrent une plus faible partie de leur face ombrée qu'ils sont plus près de l'ombre de notre tête.

2<sup>o</sup> L'observateur regarde une prairie couverte de rosée exposée au soleil levant ; l'ombre de sa tête est entourée d'une auréole souvent très éclatante, tantôt de reflets nacrés répandus à la surface des feuilles, tantôt d'étincelles fixes et isolées. M. Lommel explique cette gloire en l'attribuant à la réflexion totale de la lumière du soleil au travers de la goutte sphérique de rosée sur la face opaque de la feuille qui la porte, sans être mouillée par elle.

Dans ces deux cas, la gloire est due à un phénomène relativement simple de réflexion ou d'ombre ; la variété de gloire que j'ai à décrire a sa cause dans des phéno-

<sup>(1)</sup> Cf. *Lommel* : Ueber den Lichtschein um den Schatten des Kopfes. Poggendorff's Jubelband, p. 10 sq. Leipzig 1874.

mènes assez différents, et la théorie de sa production nécessitera quelques développements.

---

Cette gloire entoure d'une auréole brillante l'ombre de la tête de l'observateur lorsque cette ombre est portée sur l'eau. L'auréole est formée de rayons divergents partant d'un centre au milieu de l'ombre de la tête, rayons alternativement plus brillants et plus sombres que la teinte générale de l'eau, rayons fort inégaux dans leur longueur, ne venant pas nécessairement toucher le bord de l'ombre, rayons fort inconstants, apparaissant et disparaissant instantanément, se déplaçant sans cesse, ne se fixant jamais. Ces rayons ne sont pas absolument rectilignes; ils sont plutôt légèrement ondulés. Ils ne convergent pas parfaitement vers un même centre; leur convergence est plutôt une direction générale vers l'ombre de la tête plutôt qu'une figure absolument géométrique. L'auréole devient visible lorsque l'ombre est portée sur une eau assez profonde ou assez opaline pour que l'œil ne distingue plus le fond lorsque cette eau est agitée par des vagues; le phénomène est d'autant plus brillant que le soleil est plus resplendissant et plus haut sur l'horizon, que la surface de l'eau est agitée par des vagues plus entre-croisées, plus petites et plus nombreuses, que l'eau enfin, sans être opaque, est plus louche, est plus opaline.

C'est sur le lac Léman que j'ai étudié cette gloire, dans la région profonde connue sous le nom d'*eau bleue*, là où l'œil ne voit plus le fond, ou sur les bords lorsque l'eau était assez sale pour masquer absolument le sol. Ce phénomène s'observera partout où les conditions de sa production seront remplies.

Avant de reprendre les différents points touchés par cette description disons quelques mots de l'ombre sur l'eau. Nous parlons d'ombre de la tête, d'ombre portée. Y a-t-il sur l'eau, sur l'eau transparente, une ombre portée des objets opaques ?

Le phénomène de l'ombre se produit sur les corps demi-transparents d'une manière toute spéciale et fort différente de la manière dont il a lieu sur les corps opaques. Tandis que sur les corps absolument transparents, comme l'air et l'eau physiquement pure, l'ombre est absolument imperceptible, tandis que sur les corps opaques l'ombre se traduit par une différence d'éclairage de la surface et, par suite, par une différence de couleur et de ton, dans les corps demi-transparents, comme l'air chargé de poussières ou de vésicules de brouillard, ou bien l'eau telle qu'on la rencontre dans la nature, le phénomène de l'ombre se traduit par une différence de couleur et de ton de la masse même du corps demi-transparent. Les poussières de l'air <sup>(1)</sup>, les poussières de l'eau, illuminées par le soleil, apparaissent plus brillantes que lorsqu'elles ne reçoivent pas cet éclairage, et, en suite de cela, l'eau traversée par un rayon de soleil apparaît plus brillante, plus éclatante, d'une autre couleur que l'eau protégée par un écran. Il en résulte que le cône d'ombre projeté dans l'eau par un corps opaque apparaît d'une teinte plus sombre, plus foncée que la partie de l'eau avoisinante éclairée par les rayons du soleil (par exemple, l'ombre d'un nuage qui passe sur le lac) ; il en résulte aussi que si un artifice quelconque concentre en un point une somme plus forte de

(1) Dans une chambre éclairée par la fente de contrevents entrebaillés.

rayons solaires, ce point apparaîtra plus brillant, plus éclatant, plus lumineux que les régions avoisinantes.

Mais ces différences d'éclairage ne deviennent sensibles à notre œil que lorsque l'épaisseur de la couche d'eau éclairée ou ombrée est suffisante pour impressionner par voie de différence la rétine ; l'expérience suivante le fera comprendre.

Prenez un petit fragment de miroir plane, une lame d'un centimètre de large sur quelques centimètres de long ; placez-le dans le lac, sous une couche de quelques décimètres d'eau, la face réfléchissante tournée en haut. Les rayons solaires réfléchis par la surface brillante formeront une trainée lumineuse suivant laquelle les poussières illuminables de l'eau recevront une somme double de lumière : les rayons directs du soleil et les rayons réfléchis par le miroir. Cette trainée, ce plan lumineux, apparaîtra brillant à l'observateur ; mais celui-ci ne le verra, il ne percevra la différence d'éclairage entre la trainée lumineuse et l'eau avoisinante, que lorsqu'il sera placé de telle sorte que son rayon visuel pénètre suivant une longueur suffisante dans le plan éclairé ; tant que son rayon visuel formera un angle droit ou presque droit avec le plan lumineux, il ne percevra rien ; il ne commencera à le discerner que lorsque son rayon visuel sera presque parallèle, et ne le verra bien que lorsqu'il se confondra presque avec la trainée lumineuse, lorsqu'il l'*enfilera*, pour employer le langage des artilleurs. Il en serait de même de l'ombre portée par un corps opaque assez étroit, un bâton, une rame, par exemple.

En fait, nous ne percevons les différences d'ombre et de lumière dans l'eau que lorsque notre rayon visuel est contenu, ou à peu de chose près, dans les cônes d'ombre ou

de lumière ; dans ce cas, nous percevons la différence d'éclairage des couches de l'eau. En fait, nous distinguons fort bien l'ombre portée sur l'eau par notre propre corps, car nos yeux étant situés au centre du cône d'ombre formé par notre tête, notre rayon visuel est intégralement contenu dans ce cône d'ombre. Mais nous ne voyons pas, ou nous voyons à peine, l'ombre de personnes assises dans le même bateau, mais à quelques mètres de nous ; nos yeux ne sont aucunement en relation avec les cônes d'ombre formés par ces personnes. Notre rayon visuel traverse leurs cônes d'ombre suivant des angles relativement assez ouverts ; il en résulte que même lorsque nous sommes en compagnie, nous voyons notre ombre isolée et solitaire sur l'ombre de notre bateau (1).

C'est un phénomène analogue à celui qui est bien connu et classique sous le nom de spectre du Brocken ; spectre qui, on le voit, se reproduit avec toutes ses particularités, très facilement, très simplement et très normalement. Sur le Brocken, les corpuscules diversement illuminés sont les vésicules peu serrées d'un brouillard peu dense ; sur le Léman, ce sont les fines poussières qui n'opalinent pas même l'onde bleue de notre beau lac.

Mais cette ombre sur l'eau ne se voit bien avec les caractères que je viens de décrire que dans la région profonde du lac, à l'eau bleue ; sur les bords, partout où l'on voit le fond, l'ombre portée des corps opaques se dessine sur le fond, surface opaque elle-même, suivant les lois normales et bien connues de l'ombre portée, et cette ombre, bien plus intense et bien plus distincte, masque

(1) Chamisso n'avait-il pas en vue ce phénomène lorsqu'il écrivait son *Peter Schlemihl* ?

et éteint l'ombre diaphane et légère, l'ombre à peine sensible due à la différence d'illumination des poussières de l'eau. Le phénomène du spectre du Brocken ne se produit donc pas dans une eau peu profonde, à moins qu'elle ne soit assez opaque pour masquer absolument le fond. Dans ces conditions de non-transparence de l'eau, j'ai vu le spectre du Brocken même dans la région du *blanc fond* ; mais alors le phénomène tend à se rapprocher de l'ombre portée sur les corps opaques et n'a pas l'éclat et le charme qu'il présente sur l'eau bleue dans les belles journées de l'hiver et du printemps. Si l'on me demande des chiffres, je dirai que le spectre du Brocken est encore visible sur le lac lorsque l'eau est assez transparente pour permettre de voir le fond sous trois mètres d'eau ; au contraire, que lorsque le fond est invisible sous une couche d'un mètre d'eau, l'ombre portée à la surface de cette eau presque opaque est tellement visible, que l'illumination de l'eau elle-même n'apparaît qu'en sous-ordre et accessoirement.

Or, l'ombre de l'observateur portée sur l'eau bleue, sur l'eau profonde et transparente, présente cela de particulier d'être entourée dans certains cas d'une *gloire* très brillante. Ce sont des rayons lumineux qui divergent autour d'un centre situé au milieu de l'ombre de la tête.

Cherchons l'origine de ces rayons, la cause de cette gloire, et établissons pour cela les conditions dans lesquelles elle apparaît :

1° Ces rayons n'apparaissent que lorsque la surface de l'eau est agitée, et correspondent d'une manière évidente à la forme et la direction des vagues. Quand le lac est *plat comme un miroir*, on n'en voit point ; ils apparaissent à l'instant où la rame fait frémir la surface de l'eau,

— quand les vagues sont mortes et larges, les rayons sont plus larges, et plus brillants aussi, que lorsque les vagues sont étroites et vives ; — quand les lames sont guilochées par des rides, alors les rayons sont en nombre considérable : l'œil ne peut les compter ; — quand le lac est agité de vagues parallèles, régulières, les rayons parallèles aux arêtes des vagues apparaissent seuls, et la gloire est incomplète suivant les autres directions. — La gloire n'est complète, elle n'est formée de rayons divergent dans tous les sens autour de la tête, que lorsque la surface de l'eau est sillonnée par des vagues qui s'entrecroisent dans toutes les directions. Les rayons de cette gloire sont donc liés à l'existence, à la direction et à la forme des vagues.

2<sup>o</sup> Lorsque, par un jour de soleil, je regarde le fond du lac, là où il est profond de un à deux mètres, si la surface est agitée par des vagues et surtout par des vagues mortes, je vois se dessiner sur le fond des lignes brillantes, parallèles, marchant comme les vagues, et liées évidemment, leurs allures le démontrent, à l'existence des vagues. Ces lignes brillantes sont dues à la convergence des rayons solaires réfractés par la surface convexe des vagues ; les creux des vagues, surfaces concaves, sont au contraire des surfaces divergentes, et les bandes qui leur correspondent entre les lignes brillantes sont plus obscures, plus sombres, moins éclairées que ne le serait le sol, étant donnés la profondeur et la transparence de l'eau et l'éclat du soleil.

3<sup>o</sup> Ces bandes, alternativement brillantes et obscures, qui se dessinent ainsi sur le fond du lac, correspondent à des couches inégalement illuminées de l'eau ; ces couches n'existent pas seulement sur le fond lui-même, mais tra-

versent toute l'épaisseur de l'eau. En effet, si l'on descend dans l'eau une plaque opaque étendue horizontalement, on voit se dessiner à la face supérieure de cette plaque les mêmes bandes claires et obscures, à toutes les profondeurs intermédiaires entre la surface et une profondeur limite qui descend parfois à quatre et cinq mètres. Ces couches formées par les rayons solaires, et prenant en conséquence leur origine au soleil, sont limitées par des surfaces plus ou moins planes, correspondant à peu de chose près à des plans. Ces surfaces planes sont parallèles à la crête des vagues, et elles se déplacent avec celles-ci. Leur direction est donc déterminée par la position du soleil d'une part, et par l'orientation des vagues d'une autre part.

Nous pouvons donc considérer l'eau comme traversée suivant ces plans par des couches parallèles alternativement brillantes et sombres, que nous désignerons par le nom de *plans* ou *couches d'illumination*, comprenant des couches illuminées et des couches ombrées.

4° D'après ce que nous avons dit plus haut, ces couches d'illumination ne deviendront distinctes à notre œil que lorsque le rayon visuel les coupera suivant une longueur suffisante ; disons : lorsque le rayon visuel sera compris dans les couches elles-mêmes.

5° Les couches diversement éclairées ne devenant visibles que lorsque le rayon visuel peut les enfler en étant contenu dans leur intérieur, il en résulte que nous ne distinguerons que celles de ces couches dont la position sera telle qu'elles feront partie d'une surface conique dont le sommet serait au centre optique de l'œil.

6° Ces couches d'illumination, pour être discernées par



notre œil, devront donc répondre à une double condition. Premièrement, c'est la condition de la production : être établies suivant la direction des rayons solaires. Deuxièmement, c'est la condition de leur perception par notre œil : faire partie d'une surface conique dont le sommet est au centre de l'œil. Or, si l'on recherche les cas où ces deux conditions peuvent se réaliser simultanément, l'on arrive à éliminer toutes les directions autres que celles de *plans passant par l'axe optique parallèle aux rayons solaires*, autrement dit par la ligne allant du soleil au centre de l'ombre de la tête de l'observateur ; en effet, tous les autres plans d'illumination formés par des rayons solaires parallèles à cet axe ne sont pas compris dans la surface conique des rayons visuels.

Tout plan d'illumination passant par cet axe pourra donc devenir distinct à notre œil, et l'on comprendra sans autre démonstration que ce plan nous apparaîtra à la surface de l'eau comme une ligne droite, rayon d'un cercle dont le centre serait au milieu de l'ombre de notre tête.

Ce sera l'un des rayons de la gloire dont nous cherchions l'explication.

7° Nous avons raisonné jusqu'ici dans la supposition que le plan d'illumination ne devient apparent que lorsqu'il est *enfilé* par le rayon visuel, lorsque le rayon visuel est compris entièrement dans le plan d'illumination. En réalité, il apparaît déjà lorsque le rayon visuel, sans l'enfiler absolument, lui est presque parallèle. Il en résulte que nous discernons déjà les plans d'illumination, alors même qu'ils ne passent pas absolument par l'axe optique parallèle aux rayons solaires, mais s'ils en sont très rapprochés ; il en résulte que les lignes brillantes qu'ils traceront dans l'eau

ne seront pas toujours des droites, des rayons absolument et géométriquement convergent vers le même centre. Il en résulte qu'il y aura une certaine latitude dans la rigidité de cette convergence et dans la rectitude des rayons de l'auréole.

8° Si les vagues étaient géométriquement parallèles, les plans d'illumination le seraient aussi, et nous ne verrions en fait de rayons à notre gloire que deux droites, les deux moitiés du diamètre parallèle à la crête des vagues. Mais le parallélisme absolu n'est pas dans la nature des ondulations de l'eau, et même lorsque les rides sont les plus régulières, nous voyons toujours quelques rayons divergents autour du diamètre dont nous venons de parler. Mais l'on comprend que ces rayons formeront une gloire d'autant plus régulièrement distribuée autour de la tête que les vagues s'entre-croiseront dans des directions plus compliquées et plus diverses. Le ressac des vagues qui viennent heurter contre les flancs du bateau suffit, même lorsque les vagues sont le plus parallèles, pour les faire s'entre-croiser de telle sorte que la gloire apparait dans toute sa beauté.

9° Comme ces rayons sont le résultat de différences d'illumination dans l'eau, les plans éclairés seront d'autant plus brillants, les plans ombrés d'autant plus sombres que les rayons solaires seront plus entièrement réunis ou dispersés ; la gloire sera donc formée de lignes d'autant plus éclatantes que les vagues seront plus convexes, plus mortes, que leurs crêtes formeront des arêtes mousses et arrondies.

10° Les rayons de cette gloire étant dus à des différences très faibles d'illumination des couches de l'eau, leur éclat est très peu intense. De même donc que l'ombre portée

sur l'eau, dont nous avons parlé plus haut, ils ne se voient pas lorsque le fond de l'eau éclairé apparaît à l'œil, et ils ne deviennent visibles qu'à l'eau bleue, là où la teinte sombre des couches profondes du lac permet de distinguer les plus faibles nuances de ton et d'éclairage de la surface. Ils apparaîtront encore dans une eau peu profonde, lorsque l'eau est assez louche pour masquer les détails du fond.

Si l'eau est assez opaque pour laisser voir à sa surface l'ombre portée, les couches profondes de l'eau ne peuvent pas s'illuminer et la gloire n'apparaît plus.

11° Lorsque le soleil s'abaisse sur l'horizon, la quantité de ses rayons réfléchis par la surface de l'eau augmente par rapport au nombre de ceux qui sont réfractés; il en résulte que les lignes alternativement brillantes et ombrées de la gloire apparaissent avec d'autant plus d'éclat que le soleil est plus haut sur l'horizon, et qu'elles disparaissent absolument <sup>(1)</sup> lorsqu'il est très bas. Du reste, la même loi s'appliquant à tous les rayons lumineux, le phénomène de l'ombre portée sur l'eau transparente est soumis aux mêmes conditions et ne peut s'observer que lorsque le soleil est à une certaine hauteur.

12° Il est un cas où le phénomène de la gloire n'est pas apparent, alors même que toutes les conditions favorables à sa production sont représentées. C'est lorsque l'observateur est placé sur un bateau à vapeur en marche. Si la vitesse du navire est assez forte, les lignes

(1) Auteur de l'ombre de la tête du moins, car l'observateur peut les retrouver encore au-dessous de lui, ou même entre lui et le soleil, sous la forme de grands rayons, presque parallèles et dont le centre doit s'aller chercher bien loin, là où serait l'ombre de sa tête, si l'ombre pouvait se produire.

rayonnantes, alternativement éclairées et ombrées de la gloire, se confondent comme les rayons d'une roue de char blanche qui tourne rapidement devant l'œil ; ils n'ont pas le temps de faire image sur la rétine. L'observateur attentif ne peut alors discerner que quelques-uns des rayons de sa gloire, ceux qui sont parallèles à la ligne de marche du bateau.

Il en est de même lorsque je rame dans ma péniche, dont la marche est assez rapide. Pendant le premier temps du mouvement de la rame (je rame assis, en regardant l'arrière du bateau), alors que je me penche en arrière en appuyant sur la rame, et que j'augmente encore par ce déplacement la vitesse de progression de ma tête, et par suite la vitesse de la translation de mon ombre sur l'eau, je ne vois plus les rayons de la gloire autour de l'ombre de ma tête ; je les distingue au contraire fort bien dans le second temps de mouvement de la rame, quand mon corps se penchant rapidement pour ramener la rame en avant, mon ombre reste pour un instant immobile par rapport à la surface de l'eau.

13° Enfin la contre-épreuve du phénomène de la gloire, ou, si l'on veut, une gloire négative, est donnée dans le cas suivant : l'ombre d'un arbre portée sur l'eau profonde paraît composée de rayons sombres convergent autour de l'ombre de la tête de l'observateur, lorsque celui-ci est placé dans le cône d'ombre formé par l'arbre ; ces rayons se déplacent dans la même direction et de la même manière que progresse l'ombre de l'observateur.

C'est sur le quai neuf d'Evian, là où les jeunes platanes, à feuillage peu serré, portent sur une eau profonde leur ombre entrecoupée de parties éclairées, que j'ai observé pour la première fois cette ombre singulière, dont l'expli-

cation est analogue à celle que j'ai donnée de la gloire lumineuse décrite plus haut.

Ces divers détails du phénomène coïncidant avec la théorie, et la théorie rendant parfaitement compte des faits, nous croyons avoir ainsi donné l'explication du phénomène qui nous occupe et nous concluerons :

I. La gloire que nous voyons autour de l'ombre de notre tête, lorsque cette ombre est portée sur l'eau bleue du Léman, est due aux différences d'illumination des couches d'eau. Les couches d'eau sont différemment illuminées suivant qu'elles correspondent aux surfaces convexes (convergentes) ou concaves (divergentes) des vagues.

II. La production de cette gloire est une démonstration de la faculté d'illumination de l'eau en raison des poussières qu'elle renferme. De l'eau physiquement pure ne fournirait ni ombre ni gloire ; un liquide absolument opaque, de l'encre ou du mercure, offrirait une ombre portée à sa surface, mais point de gloire.



## Observations siccimétriques, à Lausanne.

9<sup>me</sup> année. — Année météorologique 1873.

Par

**M. L. DUFOUR**

Professeur de physique à l'Académie de Lausanne.



Les observations ont été continuées, en 1873, comme durant les années précédentes. Le siccimètre est demeuré dans les mêmes conditions ; il a été observé suivant la méthode et avec les précautions précédemment décrites. (Voir *Bulletin*, t. X, n° 62, puis nos 64, 66, etc.)

Le tableau suivant renferme les résultats obtenus en 1873. — La colonne *différence* renferme, pour chaque jour d'observation, la différence entre la chute de la pluie et l'évaporation, comptée à partir du commencement de l'année météorologique (1<sup>er</sup> décembre 1872) jusqu'à ce jour-là. Ainsi, par exemple, entre le 1<sup>er</sup> décembre 1872 et le 26 mars, la chute de la pluie l'a emporté de 276<sup>mm</sup>,5 sur l'évaporation ; entre le 2 juin et le 1<sup>er</sup> septembre, l'évaporation l'a emporté de 288<sup>mm</sup>,5 — 200<sup>mm</sup>,0 = 88<sup>mm</sup>,5 sur la chute, etc.

TABLEAU

| Date    | Différence | Date  | Différence | Date    | Différence | Date    | Différence |
|---------|------------|-------|------------|---------|------------|---------|------------|
| 1872    | mm         | Avril | mm         | Juin    | mm         | Sept.   | mm         |
| Décemb. |            | 3     | +248,0     | 27      | +266,5     | 5       | +137,0     |
| 1       | 0,0        | 7     | 260,0      | 29      | 257,0      | 9       | 155,5      |
| 6       | + 6,5      | 13    | 264,0      | Juillet |            | 12      | 151,5      |
| 9       | 45,5       | 14    | 259,5      | 1       | +271,5     | 14      | 147,5      |
| 13      | 82,0       | 16    | 253,5      | 3       | 262,0      | 16      | 167,5      |
| 18      | 88,0       | 20    | 271,5      | 6       | 254,5      | 18      | 174,0      |
| 25      | 96,0       | 23    | 268,5      | 8       | 244,5      | 21      | 169,0      |
| 30      | 95,5       | 26    | 278,5      | 10      | 239,0      | 23      | 165,0      |
| 31      | 96,0       | 30    | 286,5      | 14      | 250,0      | 26      | 160,5      |
| 1873    |            |       |            | 15      | 263,0      | 29      | 157,0      |
| Janvier |            | Mai   |            | 19      | 245,5      | Octobre |            |
| 2       | + 98,5     | 2     | +282,5     | 21      | 229,5      | 1       | +154,5     |
| 5       | 96,5       | 5     | 290,0      | 23      | 217,5      | 3       | 153,0      |
| 11      | 96,0       | 7     | 301,0      | 25      | 226,0      | 6       | 150,0      |
| 22      | 129,0      | 9     | 305,5      | 28      | 221,0      | 9       | 183,5      |
| Février |            | 13    | 293,0      | 30      | 211,0      | 12      | 181,5      |
| 7       | +152,0     | 15    | 284,0      | Août    |            | 16      | 203,0      |
| 15      | 145,0      | 17    | 275,0      | 1       | +200,0     | 18      | 201,0      |
| 19      | 142,0      | 20    | 313,0      | 3       | 188,5      | 22      | 206,5      |
| 25      | 141,5      | 23    | 308,0      | 6       | 173,0      | 26      | 230,5      |
| Mars    |            | 25    | 301,0      | 8       | 169,5      | 29      | 228,5      |
| 1       | +157,0     | 28    | 299,5      | 8       | 169,5      |         |            |
| 5       | 164,5      | 30    | 296,5      | 10      | 159,0      | Nov.    |            |
| 9       | 194,5      | Juin  |            | 13      | 149,5      | 1       | +237,0     |
| 10      | 226,5      | 2     | +288,5     | 16      | 134,5      | 4       | 235,0      |
| 14      | 251,0      | 4     | 288,5      | 18      | 215,0      | 7       | 240,5      |
| 18      | 252,5      | 7     | 298,0      | 20      | 142,0      | 11      | 264,5      |
| 20      | 280,5      | 10    | 282,0      | 21      | 137,5      | 14      | 263,0      |
| 24      | 277,5      | 12    | 274,0      | 24      | 124,5      | 17      | 260,0      |
| 26      | 271,5      | 14    | 285,5      | 27      | 115,0      | 20      | 259,0      |
| 29      | 264,0      | 16    | 278,5      | 29      | 113,5      | 24      | 265,0      |
| Avril   |            | 19    | 292,5      | Sept.   |            | 27      | 281,0      |
| 1       | +254,5     | 21    | 285,0      | 1       | +138,5     | Décemb. |            |
|         |            | 23    | 279,0      | 3       | 145,0      | 1       | +311,0     |

Le tableau qui précède a servi à construire la courbe de la planche ci-jointe (Pl. VIII), laquelle est à la même échelle que celles des huit années déjà publiées. On a porté, pour chaque jour, une ordonnée représentant la *différence* que fournit le tableau ci-dessus. — Lorsque, entre des jours successifs, la courbe s'élève, c'est qu'il y a eu excès de chute; dans le cas contraire, il y a eu excès d'évaporation.

En consultant le tableau numérique et la courbe, ainsi que les notes détaillées des observations, je suis amené aux remarques suivantes :

1. Le mois de décembre 1872 a présenté des chutes assez abondantes de pluie. — Depuis le 25 décembre jusqu'à la fin de l'année, le niveau de l'eau n'a pas varié d'une manière sensible.

2. Entre le 23 janvier et le 7 février, la neige ou la glace ont empêché les observations. Il y a eu, pendant cette période, un excès de chute de 23<sup>mm</sup>.

3. Pendant le mois de mars, plusieurs chutes abondantes donnent un grand excès sur l'évaporation.

4. Le 26 avril au matin, il y avait une couche épaisse de glace sur le siccimètre. Cette gelée, exceptionnellement forte à ce moment de l'année, a causé, on s'en souvient, un tort considérable à la végétation.

5. De la fin de mars au milieu de juin, il y a eu des alternances peu considérables d'excès de chute et d'excès d'évaporation.

6. Le 20 mai a été atteint le maximum d'excès de chute de toute l'année, soit 313<sup>mm</sup>.

7. Du milieu de juin à la fin d'août, on observe la période estivale, durant laquelle il y a, en moyenne, un excès



d'évaporation. En consultant la courbe de la Pl. VIII, on voit que de fréquentes chutes de pluie sont venues diminuer l'influence de l'évaporation. Du 19 juin au 29 août l'excès d'évaporation est de 179<sup>mm</sup>. L'été n'a été ni assez chaud ni assez sec pour évaporer l'excès de chute qui existait au mois de juin, et la courbe de 1873 demeure encore assez éloignée de l'axe, même dans son point plus bas. Si l'on consulte les courbes de quelques années précédentes (1868, 1869, 1870, etc.), on verra que l'évaporation a parfois dépassé, et même de beaucoup, l'eau tombée.

8. Depuis la fin d'août jusqu'à la fin de novembre, il y a des alternances très nombreuses d'excès de chute et d'excès d'évaporation. Mais, en somme, c'est la chute qui l'emporte, et la courbe s'éloigne de plus en plus de l'axe.

L'année météorologique finit avec un excès de chute de 311<sup>mm</sup>.

En comparant 1873 avec les années précédentes, on voit que cette année a été moins humide que 1872, mais qu'elle l'est sensiblement plus que 1874, 1870, 1869.

Pour connaître l'importance de l'évaporation absolue, il faut évidemment soustraire 311<sup>mm</sup> du chiffre qui exprime la quantité totale d'eau tombée, telle que la recueille le pluviomètre.

Pendant l'année météorologique 1873, un pluviomètre placé à une petite distance du siccimètre, m'a fourni les quantités d'eau suivantes :

600

100

200

300

400

500

600

700

800

900

cent  
nat



|                   | mm    |               | mm   |
|-------------------|-------|---------------|------|
| Décembre 1872 .   | 117,1 | Juin . . . .  | 68,6 |
| Janvier 1873. . . | 69,5  | Juillet . . . | 88,5 |
| Février. . . . .  | 44,1  | Août . . . .  | 68,5 |
| Mars. . . . .     | 137,7 | Septembre.    | 59,4 |
| Avril. . . . .    | 70,7  | Octobre . .   | 94,3 |
| Mai . . . . .     | 94,1  | Décembre .    | 72,2 |

Pluie durant l'année : 984<sup>mm</sup>,8.

La différence 948<sup>mm</sup>,8 — 311<sup>mm</sup>,0 = 637<sup>mm</sup>,8 représente donc la couche d'eau réellement évaporée à la surface du siccimètre en 1873. Ce nombre est inférieur à la moyenne des huit années précédentes, puisque cette moyenne est 751<sup>mm</sup>,0.

En combinant les résultats de 1873 avec ceux des années précédentes, on trouve, pour les neuf années 1865-1873, comme moyenne annuelle de l'évaporation absolue fournie par le siccimètre, le chiffre de 738<sup>mm</sup>.



## Notice sur l'accroissement d'une hampe de *Calla aethiopica*.

PAR

**J.-B. Schnetzler,**

Professeur à l'Académie de Lausanne.

Une hampe de *Calla æthiopica* mesurée le 19 mai 1873, à 6 heures du soir, présentait une longueur de 31,8 cent. A partir d'un point fixe, situé à la base, on marquait un point noir à une hauteur de 7,8 cent.; à partir de ce point jusqu'à la base du bourgeon floral, il y avait 24 centim. Le tableau suivant indique l'accroissement de ces différentes parties pendant 7 jours et 7 nuits. J'appellerai, pour abrégér, *base* la partie de la hampe comprise entre le point fixe qui servait de repère et le point noir.

|                     | Longueur<br>totale | PARTIE<br>supérieure | BASE | TEMPÉRATURE |        |
|---------------------|--------------------|----------------------|------|-------------|--------|
|                     |                    |                      |      | maxim.      | minim. |
| 19 mai 6 h. du soir | 31,8               | 24                   | 7,8  | 11,6        | 10,5   |
| 20 mai 6 h. du m.   | 34,3               | 25                   | 9,3  |             |        |
| 20 mai midi. . . .  | 35,1               | 25                   | 10,1 |             |        |
| 20 mai 6 h. du soir | 35,5               | 25                   | 10,5 | 9,6         | 9,5    |
| 21 mai 6 h. du m.   | 37,5               | 25,5                 | 12   |             |        |
| 21 mai midi . . . . | 37,9               | 25,6                 | 12,3 |             |        |
| 21 mai 6 h. du soir | 38,3               | 25,8                 | 12,5 | 8,7         | 5,7    |
| 22 mai 6 h. du m.   | 40                 | 26,4                 | 13,6 |             |        |
| 22 mai 6 h. du soir | 41                 | 26,6                 | 14,4 |             |        |
| 23 mai 6 h. du m.   | 42                 | 27                   | 15   | 10,3        | 5,5    |
| 23 mai 6 h. du soir | 43                 | 27,2                 | 15,8 |             |        |
| 24 mai 6 h. du m.   | 44                 | 27,6                 | 16,4 |             |        |
| 24 mai 6 h. du soir | 45                 | 28,3                 | 16,7 | 14,1        | 11,9   |
| 25 mai 6 h. du m.   | 46                 | 28,8                 | 17,2 |             |        |
| 25 mai 6 h. du soir | 47,2               | 29,7                 | 17,5 |             |        |
| 26 mai 6 h. du m.   | 48                 | 30                   | 18   | 16,0        | 11,4   |
| 26 mai 6 h. du soir | 48,4               | 30,2                 | 18,2 |             |        |
| 27 mai 6 h. du m.   | 48,4               |                      |      |             |        |
|                     |                    |                      |      | 13,7        | 11,7   |

A partir du 27 mai, la hampe ne s'allongeait plus ; le bourgeon floral s'était épanoui et le travail de la fécondation arrêtaient l'accroissement.

D'après le tableau qui précède, nous voyons que la hampe de Calla s'est allongée, pendant 7 jours, de 16,6°; en moyenne de 2,37° par 24 heures. Pendant ces 7 jours, la base s'était allongée de 10,4, en moyenne de 1,48 par jour. La partie supérieure s'était allongée en tout de 6,2°, de 0,9 par jour.

En examinant l'accroissement de la hampe de Calla suivant le jour et la nuit, nous obtenons les résultats suivants :

|                      | ACCROISSEMENT<br>total |                      | ACCROISSEMENT<br>total |
|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| 1 <sup>re</sup> nuit | 2,5                    | 1 <sup>er</sup> jour | 1,2                    |
| 2 <sup>e</sup> nuit  | 2                      | 2 <sup>e</sup> jour  | 0,4                    |
| 3 <sup>e</sup> nuit  | 1,7                    | 3 <sup>e</sup> jour  | 1                      |
| 4 <sup>e</sup> nuit  | 1                      | 4 <sup>e</sup> jour  | 1                      |
| 5 <sup>e</sup> nuit  | 1                      | 5 <sup>e</sup> jour  | 1                      |
| 6 <sup>e</sup> nuit  | 1                      | 6 <sup>e</sup> jour  | 1,2                    |
| 7 <sup>e</sup> nuit  | 0,8                    | 7 <sup>e</sup> jour  | 0,4                    |
|                      | 0,4                    |                      |                        |
| TOTAL                | 10,4                   | TOTAL                | 6,2                    |

Nous voyons que, surtout au commencement, l'allongement de la hampe était plus fort pendant la nuit que le jour. Ce n'est que le 6<sup>e</sup> jour où il y a un petit excédant pour l'accroissement diurne; ce jour-là il y avait un maximum de 16°, tandis que pendant la nuit le thermomètre était descendu à 11°9.

Meyer (Linnæa 1829) a observé qu'une hampe d'Amarylhis, une tige de Belladonna et des germes de céréales s'accrois-

saient plus vite le jour que la nuit et que l'accroissement diurne était même soumis à une certaine périodicité. Je n'ai pas obtenu les mêmes résultats dans mes observations sur une hampe de Calla. Les feuilles de Calla, avec leur grande surface, leur parenchyme pourvu de chlorophylle, exécutent pendant le jour un travail d'assimilation assez énergique pour expliquer la forte croissance nocturne. Lorsqu'il y a des matières assimilables mises en réserve comme par exemple dans les tubercules de pommes de terre, dans les bulbes, etc., nous voyons les jeunes pousses de pommes de terre et les hampes florales des plantes bulbeuses s'allonger surtout dans l'obscurité. Dans le développement d'un bourgeon, nous voyons tous les entrenœuds s'allonger et les feuilles s'éloigner les unes des autres ; mais lorsqu'on examine l'allongement de chacun de ces entrenœuds, on voit qu'il s'allonge plus à sa partie inférieure que dans sa partie supérieure.

La hampe florale de Calla, de même que les pétioles des feuilles se comportent comme des entrenœuds qui s'accroissent le plus fortement par leur base ; c'est ce qu'on observe très facilement en divisant un pétiole de feuille de Calla en parties égales à partir d'un point fixe qui sert comme repère. L'allongement des organes dont nous parlons est dû en partie en un allongement des cellules préexistantes ; mais n'y a-t-il pas en même temps augmentation du nombre des cellules ? Supposons qu'en moyenne les cellules du parenchyme d'une hampe de Calla aient  $\frac{1}{30}$  de millimètre de longueur ; ce qui ferait, pour une longueur de 32<sup>c</sup> ou 320<sup>mm</sup>, une colonne des 6,400 cellules. Cette portion de hampe s'allonge pendant 7 jours de 16<sup>c</sup> ou de 160<sup>mm</sup>. Il faudrait donc que chacune de 6,400 cellules se soit allongée de  $\frac{1}{40}$  de millimètre, c'est-à-dire de

la moitié de sa longueur primitive. Or l'examen anatomique prouve que le phénomène est plus complexe. Dans la partie supérieure de la hampe, les cellules sont plus serrées et plus petites que dans la partie inférieure. Outre les cellules du parenchyme, il y a des faisceaux fibro-vasculaires et un tissu épidermique dont l'accroissement est différent de celui du parenchyme. Quoiqu'il n'y ait pas impossibilité absolue d'expliquer l'allongement de notre hampe de Calla par celui des cellules déjà existantes au commencement de l'observation, il est néanmoins probable qu'il y ait eu formation de nouvelles cellules, surtout à la base, qui poussaient en haut les cellules déjà formées qui s'allongeaient à leur tour. L'allongement rapide du parenchyme qui forme un véritable tissu érectile, produit un allongement forcé du tissu épidermique et de là une tension des tissus qui se manifeste par des inflexions de la hampe et par l'enroulement rapide de la couche épidermique lorsque celle-ci est séparée du parenchyme sousjacent.

---



## Notice sur le Pollen d'*Ephedra helvetica*, Rchb.

PAR

**J.-B. Schnetzler,**

Professeur à l'Académie de Lausanne.



Les cellules polliniques des plantes gymnospermes (Conifères, Cycadées et Gnétacés) diffèrent de celles de toutes les autres plantes phanérogames par la formation de jeunes cellules dans l'intérieur de la cellule pollinique prête à quitter l'anthere. Le pollen des Conifères possède à l'intérieur de son enveloppe extérieure (Exine) une couche qui absorbe rapidement l'eau et qui, en se gonflant, produit la déchirure de l'Exine. Ce fait, connu chez les Conifères, n'avait pas été observé, à ce qu'il paraît, chez les *Ephedra*, qui représentent dans notre Flore la famille des Gnétacés (1).

J'ai cueilli, il y a une quinzaine de jours (3 juin), l'*Ephedra helvetica*, Rchb., en fleurs, au pied de Tourbillon, à Sion (Valais), et j'ai profité de l'occasion pour observer son Pollen à l'état frais.

Les grains de pollen d'*Ephedra* fraîchement sortis de l'anthere sont de forme elliptique et de couleur jaune; ils présentent six stries longitudinales, et l'on voit à travers leur enveloppe un noyau très distinct. Le diamètre longitudinal est d'environ 0,010 de millimètre, et le diamètre transversal de 0,004 à 0,005 de millimètre. Lorsqu'on plonge ces grains dans l'eau, ils augmentent de volume au

(1) SACHS Lehrbuch 1868, p. 410.

bout de quelques minutes ; le diamètre transversal atteint 0,009 de millimètre, et le diamètre longitudinal de 0,010 à 0,013 de millimètre. L'Exine du grain ainsi gonflé se fend alors à une de ses extrémités, et l'Intine, avec tout son contenu, sort sous forme d'une véritable cellule ; elle finit par se dégager complètement de l'Exine, et elle s'en éloigne à une distance quelquefois assez considérable. Son diamètre longitudinal atteint jusqu'à 0,016 de millimètre sur une largeur de 0<sup>mm</sup>,007. L'iode la colore en jaune ; elle absorbe la solution ammoniacale de carmin et se colore en rouge, tandis que l'Exine reste jaune. Lorsqu'on observe les grains de Pollen jaune dans la solution de carmin, il se présente une illusion optique : les grains paraissent verts, la couleur complémentaire du carmin. Elles reprennent leur couleur normale lorsqu'on a laissé reposer l'œil. J'ai pu très bien constater la formation de trois ou quatre jeunes cellules dans l'intérieur de la cellule pollinique ; la plus petite, qui ressemble à un noyau, se trouve à l'extrémité qui formait dans le grain de Pollen la base de la cellule pollinique. Cette sortie de la cellule pollinique de son enveloppe rappelle involontairement celle des spores ou cellules reproductrices des cryptogames. La formation des jeunes cellules dans les cellules polliniques est une sorte de génération alternante. Quoi qu'il en soit de ces analogies, les observations précédentes constatent que les grains de Pollen d'Ephedra se comportent dans l'eau comme ceux des Conifères, et nous voyons que la place des Gymnospermes entre les Cryptogames vasculaires et les Monocotylédones est à la fois démontrée par la Paléontologie et la Physiologie.

---

## Champignon du genre *Peziza* sur du plâtre.

PAR

**J.-B. Schnetzler,**

Professeur à l'Académie de Lausanne.

*— Peziza —*

Le long de la corniche d'un plafond couvert de plâtre humide, on aperçut des taches d'un beau rouge minium; elles provenaient d'une matière qui ressemblait à de la cire rouge et qui présentait une surface bosselée. A l'aide du microscope, on voyait cette matière rouge formée par un champignon du genre *Peziza* (*P. convexula*) qui était en pleine fructification. Les asci ou réceptacles contenant les spores étaient nombreux, entourés de paraphyses ou cellules allongées qui renfermaient de nombreuses granulations rouges. Chaque ascus contenait huit spores, dans lesquelles on distinguait ordinairement un noyau.

La plupart des champignons du genre *Peziza* végètent sur des matières végétales en décomposition, sur du fumier, sur la terre, etc. Un petit nombre d'entr'eux vivent comme parasites épiphytes pendant une phase de leur existence. Quoique beaucoup de champignons végètent très vigoureusement sur des substances très diverses, ils ont néanmoins besoin d'un substratum déterminé pour accomplir leur fructification complète (De Bary). Quoiqu'il soit difficile d'admettre que le plâtre humide soit le substratum particulier de notre *Peziza*, on ne doit pas perdre de vue qu'il s'est non-seulement multiplié sur cette matière

par le développement de son Mycelium, mais qu'il a parfaitement fructifié. Il est vrai que les organes sexuels proprement dits, observés sur d'autres *Peziza*, n'existaient pas au moment de l'observation. Le plâtre sur lequel s'était développé le champignon ne contenait point de matières organiques. Les substances protéiques qui composent le protoplasma du champignon et de ses spores, devaient donc se former, en partie du moins, avec les éléments de l'eau, de l'acide carbonique et des matières azotées qui se trouvaient dans le milieu ambiant. Le soufre nécessaire à la formation des matières protéiques était probablement fourni par le sulfate de calcium du plâtre. L'azote de l'atmosphère est-il assimilé dans ce cas comme azote libre ou entre-t-il d'abord dans la formation d'azotites? L'azote doit jouer ici un rôle d'autant plus important qu'on en trouve jusqu'à 6 pour cent dans la substance organique des champignons. Ceux-ci, en assimilant directement l'azote, joueraient un rôle bien important en le rendant comme ammoniacal aux plantes à chlorophylle, lors de la décomposition du champignon (De Bary).

L'assimilation de l'acide carbonique, de l'eau, de l'azote ou d'une combinaison azotée, est ordinairement attribuée à l'influence de certains rayons lumineux et de la matière colorante verte de la chlorophylle. Ces deux facteurs, surtout le dernier, sont exclus chez notre champignon. L'assimilation de l'azote ou des combinaisons azotées inorganiques ne pourraient-elles pas avoir lieu sans chlorophylle; le soufre du sulfate de calcium ne jouerait-il pas un rôle important dans cette assimilation?



# RENSEIGNEMENTS GÉOGRAPHIQUES ET GÉOLOGIQUES sur le Sud de l'Afrique

extraits des lettres du missionnaire P. BERTHOUD

par

**E. Renevier**, professeur.



Il y a un peu plus d'une année que notre compatriote, M. P. Berthoud, est parti pour l'Afrique du sud, envoyé par l'Eglise libre du canton de Vaud, pour prêcher l'Evangile aux tribus nègres de cette contrée. Après avoir achevé ses études de théologie, M. Berthoud a fait des études de médecine, à peu près complètes, à Edimbourg et à Paris. Par suite de ces études scientifiques, et de la disposition de son caractère porté vers l'observation de la nature, M. Berthoud pourra rendre quelques services à la science, tout en remplissant les devoirs de sa vocation de médecin-missionnaire. Dans des pays aussi peu explorés que ceux que M. Berthoud a déjà parcourus <sup>(1)</sup>, et où il s'établira sans doute par la suite, les moindres observations, sérieusement faites, ont de la valeur. C'est pourquoi je me ferai un plaisir de consigner dans le *Bulletin* de notre Société tous les renseignements scientifiques que je trouverai dans la correspondance de notre missionnaire.

(1) Pour le récit de ses voyages, voir le *Bulletin missionnaire* publié par la Commission des missions de l'Eglise libre.

## I. Altitudes du Lessouto.

M. Berthoud a emporté avec lui un bon baromètre anéroïde anglais, mesurant jusqu'à 13,000 pieds d'altitude.

Débarqué à Port-Elisabeth, à l'angle est de la colonie du Cap de Bonne-Espérance, il s'est rendu par Grahams-town, Queenstown et Aliwal - North au *Lessouto* ou *Basouto-land*, compris entre l'Etat libre de l'Orange, à l'ouest, et la Cafrerie littorale, à l'est.

Voici, en suivant l'ordre géographique du sud au nord, les altitudes approximatives que M. Berthoud m'a communiquées. Elles ont été mesurées en pieds anglais, mais je les donne en mètres pour faciliter les comparaisons, et j'ajoute entre parenthèses quelques altitudes correspondantes de notre pays.

## COLONIE DU CAP :

|                                      |                                            |
|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| Grahamstown. . . . .                 | 520 <sup>m</sup> (altit de Lausanne).      |
| Passage du Katberg. . . . .          | 1680 <sup>m</sup> (Taveyannaz).            |
| Queenstown . . . . .                 | 1070 <sup>m</sup> (Plans de Frenière).     |
| Passage du Pen-Huick. . . . .        | 1800 <sup>m</sup> (le bas d'Anzeindaz).    |
| Dordrecht (d'après M. Stow). . . . . | 1657 <sup>m</sup> (plus haut que Zermatt). |
| Aliwal-North. . . . .                | 1220 <sup>m</sup> (Chezières, Arveyes).    |

## LESSOUTO :

|                                    |                                              |
|------------------------------------|----------------------------------------------|
| Bethesda . . . . .                 | 1390 <sup>m</sup> (Playades, Comballaz).     |
| Hermon . . . . .                   | 1450 <sup>m</sup> (Solalex).                 |
| Morija. . . . .                    | 1600 <sup>m</sup> (Zermatt).                 |
| Thaba-Bossiou (station). . . . .   | 1540 <sup>m</sup> (Col de Pillon).           |
| Id. (Montagne de Mosbeh) . . . . . | 1686 <sup>m</sup> (D <sup>e</sup> de Jaman). |
| Bérée . . . . .                    | 1510 <sup>m</sup> (Plan de Jaman).           |

La hauteur moyenne du Lessouto est, d'après M. Berthoud, d'environ 1500 mètres, c'est-à-dire un peu plus élevée que la base du massif des Diablerets, donnée par

Creux-de-Champs, Coufin, Solalex et Derborence. Le pays est dominé partout de montagnes généralement plates, qui dépassent ce niveau moyen de 200 à 500 mètres.

Dans le nord du pays se trouve un massif montagneux, beaucoup plus important, qui fait partie de la chaîne de Kahlamba ou Drakensberg, et d'où rayonnent d'autres chaînes, les Maluti, les Witte-Bergen, etc. Les trois sommités principales sont, d'après M. G.-W. Stow, de Queenstown (*Diamond-gravels, Quart. Journ. geol. Soc.*, n° 109, p. 6), en allant du sud-est au nord-ouest :

|                                         |                                               |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Giant-Kop . . . . .                     | 2945 <sup>m</sup> (altit. du Sex rouge).      |
| Cathkin-Peak . . . . .                  | 3160 <sup>m</sup> (altit. de l'Oldenhorn).    |
| Buta-Buta ou M <sup>t</sup> aux Sources | 3050 <sup>m</sup> (altit. du Grand-Muverand). |

Ces trois sommités ont une altitude peu différente des trois principales cimes des Diablerets (Culant, 2,800<sup>m</sup>; — Tête-Ronde, 3,031<sup>m</sup>; — Diablerets, 3,251<sup>m</sup>), mais elles sont beaucoup plus distantes les unes des autres. Elles constituent ensemble un massif qui s'élève donc de 1500 à 1700 mètres au-dessus du pays environnant, dont l'altitude est, comme nous l'avons vu tout à l'heure, à peu près la même que celle de la base de notre principal massif des Alpes vaudoises.

## II. Latitudes du Transvaal.

Depuis le Lessouto, M. Berthoud est allé, avec un autre missionnaire, M. A. Mabille, également originaire du canton de Vaud, faire un voyage d'exploration jusque au Zoutpansberg, à l'extrémité nord de la république du Transvaal. De ce voyage, il résulte que les cartes les plus récentes, celle de Stieler de 1872, aussi bien que celle

de Jeppe et Merenski, publiée en 1868, représentent mal toute la partie septentrionale du Transvaal, et l'étendent trop au nord d'un quart à un demi degré de latitude.

Voici les rectifications que me fournit M. Berthoud d'après les renseignements qu'il a obtenus en route.

*Nazareth*, marqué sous  $25^{\circ} 30'$  de latitude sud, devrait être sous la même latitude que *Prætoria*, c'est-à-dire sous  $25^{\circ} 50'$  environ.

*Lydenburg* devrait être aussi passablement plus au sud, tout en restant sous le même méridien.

*Maraba-Stad*, marqué sous  $23^{\circ} 40'$  latitude sud, est situé très peu au nord du  $24^{\circ}$  degré.

*Béthesda* ou *Malitzi*, marqué dans Stielers sous  $22^{\circ} 50'$ , et dans la grande carte de Jeppe et Merenski sous  $23^{\circ} 5'$ , se trouve en réalité sous le Tropique.

*Goedgedacht* ou *Mackkid's Station*, au pied sud du Zoutpansberg, marqué sous  $22^{\circ} 25'$ , est sous le  $23^{\circ}$  degré.

Enfin M. Berthoud m'écrit que les missionnaires berlinois viennent de fonder une nouvelle station chez Sivasi, chef Makoapa, sous  $22^{\circ} 30'$  de latitude sud, à moitié distance entre Albasini et le fleuve Limpopo. Or, Albasini est marqué sur les cartes sous  $22^{\circ} 21'$ , et le Limpopo longe à peu près le  $22^{\circ}$  degré.

Si les renseignements de M. Berthoud sont exacts, il en résulte que toute la chaîne du Zoutpansberg est d'environ un demi degré trop au nord, comme aussi probablement la partie du fleuve Limpopo qui court parallèlement à cette chaîne.



### III. Géologie du Transvaal.

M. Berthoud a pu faire aussi quelques observations géologiques pendant ce voyage. Si peu complètes qu'elles soient, elles méritent d'être enregistrées, vu le peu de données qu'on a sur la structure de cette région. Voici ce qu'il écrit, en date de Maraba-Stad, 28 juillet 1873 :

« Il y a des mines d'or partout, dans ce pays ! Les montagnes sont composées essentiellement de granite et de quartz très dur, dans lequel l'or est incrusté. Dans certains endroits, le quartz s'est délité, et l'or se rencontre plus ou moins abondant, disséminé dans les sables d'alluvion. Nous marchons sur le granite presque depuis Prætorïa. Au nord de Nazareth, il prend une teinte sombre et devient rouge-brun. Dans le pays des Bapédïs, il est de nouveau d'un jaune-blanchâtre peu décidé. On y trouve des cailloux de fer oligiste, que les natifs écrasent pour en obtenir l'ocre rouge, dont ils se badigeonnent tout le corps. Nous avons aussi ramassé des morceaux de pyrite cuivreuse, enchâssés dans le quartz. »

A une lieue environ de Maraba-Stad, chef-lieu du nord du Transvaal, M. Berthoud et ses compagnons ont visité des mines d'or, commencées depuis peu. Voici ce qu'il écrit à ce sujet :

« Les ouvriers sont tous des Anglais ; le chef mineur, qui a travaillé en Californie, est un habile ouvrier ; il a déjà exécuté deux puits. L'un est oblique, suivant la pente du *banc de quartz*, qui s'incline sur l'horizontale d'environ 50 degrés ; c'est le cas de toutes les roches de ces collines ; parfois même, les schistes paraissent presque verti-

caux, un peu relevés à l'est. Le filon est riche, paraît-il, mais le quartz est des plus durs. Cela n'effraie pas l'entrepreneur, qui s'en réjouit au contraire, disant que plus le quartz est dur, plus fine est la poussière qu'on en obtient en le broyant, et l'or s'en détache plus aisément. Ce premier puits a déjà une quarantaine de pieds de profondeur. L'autre puits est creusé verticalement au travers d'argiles et de schistes, et doit venir rencontrer le précédent. Quoiqu'il n'ait encore qu'une vingtaine de pieds de profondeur, il coupe déjà *un autre banc de quartz aurifère*, moins riche que le premier. »

Il ressort assez clairement du récit de M. Berthoud que le quartz aurifère de Maraba-Stad n'est pas en *filons* proprement dits, mais constitue des *bancs interstratifiés* au milieu de schistes qui plongent de 50 à 80 degrés à l'ouest. C'est là un fait fort intéressant et en opposition avec les opinions généralement admises sur le gisement du quartz aurifère, auquel on attribue volontiers une origine éruptive.

Du reste, le Transvaal paraît posséder de grandes richesses minérales. Un des promoteurs du chemin de fer qui doit relier le Transvaal à la mer, allant de Prætoria à la baie de Delagoa, M. Guzman, disait dans une réunion de la Chambre de commerce du Cap (Journal de Grahamstown du 8 février 1872) :

« Dans tous les districts, j'ai trouvé des minerais de fer, de plomb et de cuivre de fort bonne qualité et contenant de 70 à 90 % de métal ; le plomb parfois très argentifère. En outre, j'ai découvert, en dehors des exploitations actuelles d'or (*present gold-fields*), de grandes régions contenant du quartz aurifère, des alluvions aurifères, ainsi

que des minerais d'argent, de mercure, d'étain, de cobalt, de nickel, etc. »

D'après la même autorité, on trouve sur plusieurs points du Transvaal des traces d'anciennes mines, qui paraissent avoir été exploitées avec beaucoup d'activité. Quand?..... et par qui?..... Il paraît qu'il y a aussi des *régions houillères* assez étendues, contenant des bancs multiples et assez épais de houille de bonne qualité.

Tout cela semble indiquer que le sol du Transvaal est composé, en grande partie, de terrains cristallins et paléozoïques.



## Etude de l'influence de l'altitude sur la fréquence des battements du cœur

par **A. Mermod**, étud. en médecine.

---

La fréquence des battements du cœur dépend de l'action combinée de diverses causes, dont les unes accélèrent, les autres modèrent la rapidité des pulsations. L'on connaît l'effet produit par la plupart de ces actions, qu'elles soient extérieures ou qu'elles soient dues à la réaction d'autres faits physiologiques.

Au printemps de l'année dernière, M. le professeur Forel m'engagea à étudier spécialement l'une de ces causes, sur l'effet de laquelle on ne possède que peu d'observations. Il s'agissait de rechercher les rapports entre le degré de fréquence du pouls et les variations dans la pression atmosphérique, par le transport de l'habitat à des altitudes différentes.

On admet généralement que le nombre des battements du cœur devient d'autant plus considérable que l'on s'élève davantage au-dessus du niveau de la mer. Un grand nombre d'observateurs ont déjà confirmé ce fait, entr'autres De Saussure et Gay-Lussac, le premier dans son ascension sur le Mont-Blanc, le second pendant son célèbre voyage aérostatique. De Saussure remarqua que, même après un repos de 4 heures au niveau du col du Géant, son pouls donnait 110 battements par minute, tandis qu'à Chamounix

il n'en comptait que 72. Il put répéter les mêmes observations sur ses guides.

Mais ces observations, quoique très multipliées et donnant presque toujours des résultats identiques, sont faites dans des conditions trop complexes, les facteurs qui peuvent influencer la fréquence des pulsations du cœur sont trop nombreux, pour que l'on puisse avec sûreté faire la part due à la variation de la pression barométrique. Parmi ces facteurs, nous signalerons, dans les ascensions de montagne, la fatigue musculaire, l'excitation morale, et l'ensemble des troubles fonctionnels connus sous le nom de mal de montagne; dans les ascensions en ballon, l'excitation morale qui se fait toujours sentir dans ces voyages aventureux, et les changements considérables de température.

J'ai pu éloigner ces causes perturbatrices par les circonstances les plus favorables. Profitant de ce que j'étais appelé à habiter pendant un temps assez prolongé des villes situées à des altitudes notablement différentes les unes des autres, Ste-Croix (1090 m.) et Lausanne (614 m.), j'ai pu observer mon poulx dans des conditions aussi semblables et comparables entr'elles que possible. Opérant sur moi-même, le sujet en expérimentation ne changeait point, et j'avais en outre l'avantage de pouvoir éliminer toutes les observations anormales, que l'irrégularité fût due à des causes internes ou à des causes externes.

Quelques mots d'abord sur ces conditions, dans lesquelles ces observations ont été recueillies, et dans lesquelles je me suis toujours rigoureusement placé.

Chaque chiffre a été obtenu en comptant à une heure déterminée le nombre des pulsations par minute, en me réglant sur une bonne montre à secondes. Toute cause per-

turbatrice devant être éloignée aussi soigneusement que possible, en conséquence :

a) J'ai éliminé toute observation qui n'avait pas été faite au moins après une heure de repos. La plus grande partie des observations faites, aussi bien pendant la nuit que pendant le jour, ont eu lieu pendant que je travaillais à lire ou à écrire. Ce que j'entends par repos n'est sans doute qu'un repos relatif, car pour expérimenter chaque fois dans un repos absolu, il faudrait pouvoir s'affranchir de toutes les nécessités de la vie. Du reste, ce qui importe, c'est d'expérimenter dans des conditions comparables entr'elles ;

b) La position du corps ayant sur la vitesse des pulsations une influence marquée, dépendant de la quantité de force musculaire développée par le maintien de l'équilibre dans chaque attitude, j'ai eu soin d'être assis chaque fois, en m'appuyant contre le dossier de ma chaise ;

c) Les repas ont eu lieu sensiblement aux mêmes heures, c'est-à-dire à 7 heures du matin, midi et quart et entre 6 et 7 heures du soir. La nourriture a été autant que possible la même, tout au moins quant à la quantité ;

d) Les observations dépassant le chiffre de 90 ou 95 ont été éliminées ; je les considère comme résultant d'un état plus fébrile que normal ;

e) Malgré toutes ces précautions, il est rare que plusieurs observations, faites au même moment, donnent des résultats identiques ; une seconde observation, succédant immédiatement à une première, donnera un chiffre soit plus fort soit plus faible : aussi ai-je réuni généralement 5 chiffres à chaque heure d'observation, c'est-à-dire que j'ai observé mon pouls pendant cinq minutes, et j'en ai pris la moyenne pour une minute. Par exemple :

|        |                        |    |            |                                 |
|--------|------------------------|----|------------|---------------------------------|
| Minuit | 1 <sup>re</sup> minute | 53 | pulsations | } Moyenne pour 1 minute<br>51,2 |
|        | 2 <sup>e</sup>         | —  | 54         |                                 |
|        | 3 <sup>e</sup>         | —  | 48         |                                 |
|        | 4 <sup>e</sup>         | —  | 51         |                                 |
|        | 5 <sup>e</sup>         | —  | 50         |                                 |

Ainsi chaque observation est elle-même une moyenne de plusieurs autres.

J'ai rassemblé à Lausanne 577 observations pendant les mois d'avril, mai, juin, juillet, et 333 à Sainte-Croix pendant les mois d'août, septembre et octobre de la même année. Pour utiliser ces observations en les rendant comparables entre elles, j'ai réuni toutes celles qui ont été faites à la même heure, et j'en ai tiré la moyenne de cette heure pour chaque localité. Les tableaux suivants indiquent pour chaque heure le nombre d'observations, avec les chiffres moyens et extrêmes :

(Voir tableaux pages 395 et 396.)

la moyenne étant calculée à l'aide de toutes les observations prises à la même heure.

Les résultats sont plus faciles à saisir, étant sous la forme graphique, comme dans la planche ci-contre. Les chiffres des pulsations sont portés sur l'axe des ordonnées, et les heures correspondantes sur celui des abscisses.

Les deux courbes ML et MSC s'accordent tout d'abord à confirmer le fait connu, que la vitesse des pulsations décrit d'importantes oscillations pendant les vingt-quatre heures : le pouls paraît atteindre le minimum d'activité vers 3 heures du matin ; dans les heures qui suivent, il s'accélère jusqu'au moment du déjeuner, lequel est suivi d'une nouvelle accélération jusque vers 8 heures. Il se fait un ralentissement graduel jusqu'à midi ; puis survient après

## LAUSANNE.

| HEURES       | NOMBRE<br>d'observations | Maximum | Minimum | Moyenne                      |
|--------------|--------------------------|---------|---------|------------------------------|
| minuit       | 28                       | 73 »    | 54 50   | 61 71                        |
| 1 heure m.   | 18                       | 75 »    | 56 »    | 63 00                        |
| 2 —          | 7                        | 63 »    | 54 »    | 58 85                        |
| 3 —          | 8                        | 69 »    | 55 »    | 60 75                        |
| 4 —          | 7                        | 72 »    | 54 »    | 59 85                        |
| 5 —          | 10                       | 71 75   | 54 50   | 64 24                        |
| 6 —          | 11                       | 77 66   | 54 »    | 64 81                        |
| 7 —          | 31                       | 81 »    | 58 »    | 67 70                        |
| 8 —          | 43                       | 84 »    | 58 »    | 70 30                        |
| 9 —          | 34                       | 82 »    | 53 50   | 67 45                        |
| 10 —         | 19                       | 79 66   | 53 »    | 67 94                        |
| 11 —         | 19                       | 78 »    | 56 »    | 67 32                        |
| midi         | 32                       | 80 »    | 55 »    | 63 15                        |
| 1 heure soir | 15                       | 82 »    | 61 »    | 70 88                        |
| 2 —          | 23                       | 88 »    | 58 »    | 74 39                        |
| 3 —          | 14                       | 86 33   | 64 50   | 76 46                        |
| 4 —          | 24                       | 87 »    | 58 50   | 71 84                        |
| 5 —          | 33                       | 97 »    | 55 »    | 67 70                        |
| 6 —          | 33                       | 79 »    | 52 »    | 63 91                        |
| 7 —          | 36                       | 79 »    | 59 »    | 68 05                        |
| 8 —          | 22                       | 80 »    | 58 »    | 68 69                        |
| 9 —          | 35                       | 84 »    | 59 »    | 70 73                        |
| 10 —         | 40                       | 79 »    | 53 »    | 66 66                        |
| 11 —         | 35                       | 78 »    | 51 50   | 64 10                        |
|              | 577 observat.            |         |         | 66 68<br>Moyenne<br>générale |



## Ste - CROIX.

| HEURES        | NOMBRE<br>d'observations | Maximum | Minimum | Moyenne             |
|---------------|--------------------------|---------|---------|---------------------|
| minuit        | 8                        | 70 »    | 60 »    | 64 44               |
| 1 heure m.    | 8                        | 72 »    | 54 50   | 63 37               |
| 2 —           | 3                        | 60 »    | 57 60   | 59 13               |
| 3 —           | 2                        | 61 75   | 59 80   | 60 77               |
| 4 —           | 3                        | 78 »    | 58 85   | 65 90               |
| 5 —           | 5                        | 69 20   | 63 24   | 65 98               |
| 6 —           | 6                        | 75 »    | 63 80   | 67 05               |
| 7 —           | 18                       | 88 »    | 61 »    | 72 01               |
| 8 —           | 28                       | 85 »    | 65 »    | 74 67               |
| 9 —           | 28                       | 76 »    | 58 »    | 68 84               |
| 10 —          | 24                       | 80 »    | 60 »    | 68 27               |
| 11 —          | 20                       | 76 »    | 62 »    | 68 90               |
| midi          | 14                       | 75 »    | 60 »    | 65 89               |
| 1 heure soir  | 19                       | 88 »    | 64 50   | 74 78               |
| 2 —           | 13                       | 83 »    | 69 50   | 74 50               |
| 3 —           | 14                       | 83 50   | 65 »    | 76 60               |
| 4 —           | 11                       | 77 »    | 65 »    | 70 27               |
| 5 —           | 20                       | 76 »    | 60 »    | 69 47               |
| 6 —           | 18                       | 81 »    | 54 »    | 66 18               |
| 7 —           | 14                       | 85 »    | 64 »    | 72 71               |
| 8 —           | 20                       | 84 »    | 60 »    | 75 49               |
| 9 —           | 12                       | 81 »    | 61 »    | 70 05               |
| 10 —          | 12                       | 75 »    | 65 60   | 69 76               |
| 11 —          | 13                       | 73 »    | 61 »    | 67 94               |
| 333 observat. |                          |         |         | 68 87               |
|               |                          |         |         | Moyenne<br>générale |

le repas une accélération plus prononcée que celle du matin, et qui atteint son maximum vers 5 heures de l'après-midi. Puis survient un nouvel abaissement qui s'effectue un peu plus rapidement que celui qui précède le dîner, et qui, interrompu par le goûter, se continue dans la soirée et atteint le point le plus bas vers 3 heures du matin.

Ce qui témoigne, me semble-t-il, en faveur de la justesse de ces deux courbes, c'est leur parallélisme. Elles seraient probablement plus parallèles encore si elles résultaient chacune d'un plus grand nombre d'observations. Puis elles sont remarquablement parallèles aux courbes de Vierordt <sup>(1)</sup> et de Lichtenfels et Froehlich <sup>(2)</sup>, tracées à côté d'elles ; les variations en dessus et en dessous de la moyenne ont lieu sensiblement aux mêmes heures pour les quatre courbes. Les écarts sont dus sans doute en grande partie aux heures des repas, qui n'étaient pas tout à fait les mêmes qu'à Lausanne et à Sainte-Croix.

La comparaison des observations du soir avec celles du matin amène à un résultat assez intéressant. La plupart des physiologistes ont trouvé les battements du cœur plus fréquents le soir que le matin. Les médecins eux-mêmes considèrent comme normale cette accélération à la fin du jour. En comparant la moyenne des observations de 7 heures du matin à midi avec celle qui est donnée par les observations de 7 heures du soir à minuit, je trouve au contraire, non-seulement une égalité, mais un excès de 0,176 du matin sur le soir. Cette différence est très faible, il est vrai, et il serait nécessaire de la confirmer, de l'accroître, si possible, par de nouvelles observations.

<sup>(1)</sup> Vierordt. *Physiologie des Athmens*, p. 68. Karlsruhe 1845.

<sup>(2)</sup> Cités dans Milne-Edward. *Leçons sur la Physiologie*, III. 81. Paris 1859.

|              |        |    |    |         |      |    |    |         |
|--------------|--------|----|----|---------|------|----|----|---------|
| Sainte-Croix | 7 h.   | 72 | 71 | Moyenne | 7 h. | 72 | 01 | Moyenne |
|              | 8 »    | 75 | 49 |         | 8 »  | 74 | 67 |         |
|              | 9 »    | 70 | 05 |         | 9 »  | 68 | 84 |         |
|              | 10 »   | 69 | 76 |         | 10 » | 68 | 27 |         |
|              | 11 »   | 67 | 94 |         | 11 » | 68 | 90 |         |
|              | minuit | 64 | 44 |         | midi | 65 | 89 |         |
| Lausanne     | 7 h.   | 68 | 05 | 68,360  | 7 h. | 67 | 70 | 68,536  |
|              | 8 »    | 68 | 69 |         | 8 »  | 70 | 30 |         |
|              | 9 »    | 70 | 73 |         | 9 »  | 67 | 45 |         |
|              | 10 »   | 66 | 66 |         | 10 » | 67 | 94 |         |
|              | 11 »   | 64 | 10 |         | 11 » | 67 | 32 |         |
|              | minuit | 61 | 71 |         | midi | 63 | 15 |         |

Différence en faveur du matin = 0,176.

Ce résultat vient à l'appui de l'opinion émise d'abord par le docteur Knox, relativement à la diminution du nombre des pulsations vers la fin du jour. On voit que la fatigue de la journée tend à rendre le cœur moins actif sous le rapport du nombre des pulsations. Chez les malades, il en est autrement, car la fatigue de la journée détermine chez eux un état fiévreux accompagné d'une accélération de pouls.

Enfin, et c'est là la réponse à la question que nous voulions étudier, une dernière comparaison des deux courbes ML et MSC montre entre elles une différence importante. La moyenne générale de Sainte-Croix est de 2,183 supérieure à celle de Lausanne ; les deux localités diffèrent d'une altitude de 476 mètres.

Les conditions d'observation ayant été sensiblement les mêmes, cette différence dans la vitesse du pouls ne peut être due en grande partie qu'à la différence d'altitude. Je dois cependant remarquer que les dispositions morales n'étaient pas tout à fait les mêmes pendant les deux séries d'observation : à Lausanne, je préparais mes grands exa-





mens, tandis qu'à Sainte-Croix j'étais en vacances; la différence entre les moyennes serait peut-être encore plus grande sans cela, car les examens produisent souvent un état légèrement fébrile, bien connu sous le nom de fièvre d'examen.

Quoi qu'il en soit le résultat de mes expériences est assez précis pour que je puisse formuler ma conclusion en ces termes: Le transport de l'habitat d'une altitude inférieure à une altitude supérieure accélère le pouls.

P. S. Depuis que ces lignes ont été écrites, j'ai recueilli à Erlangen (altitude 323 mètres) 900 nouvelles observations, qui m'ont donné une moyenne de 62,761. Ce résultat, avec plusieurs autres, confirment entièrement ce que j'ai obtenu dans les deux premières localités. Ils m'ont conduit également à quelques autres considérations assez intéressantes, que je me propose d'exposer prochainement.



# Enquête sur l'épizootie de typhus QUI A SÉVI SUR LES PERCHES DU LAC LÉMAN en 1873.

---

## EXTRAIT D'UN RAPPORT AU DÉPARTEMENT DES FINANCES

du Conseil d'Etat du canton de Vaud

par

**le Dr F.-A. FOREL,**

professeur à l'Académie de Lausanne.


Des avis étant arrivés de diverses localités riveraines du lac Léman qu'une maladie épizootique très grave sévissait, au mois de juin 1873, sur les perches du lac, le département vaudois des finances a chargé de l'étude de la question une commission composée de MM. le Dr G. du Plessis, professeur à Lausanne, le Dr Chausson, à Gimel, B. Loup, propriétaire à Noville, et F.-A. Forel, professeur à Morges.

Une circulaire d'enquête a été adressée à tous les pêcheurs et personnes compétentes, habitant les bords du lac, pour obtenir des renseignements sur cette épizootie, et après avoir pris connaissance des réponses, la commission a fait au conseil d'Etat un rapport dont nous extrayons les parties suivantes :

Nous énumérerons les 13 questions posées dans la circulaire du 23 juillet 1873, et nous résumerons les réponses qui y ont été faites dans 42 documents différents.

1<sup>re</sup> QUESTION. — *A-t-on remarqué dans votre localité une mortalité exceptionnelle parmi les poissons du lac ?*

Dans tout le grand lac et dans le petit lac, jusqu'à Coppet sur la rive suisse, jusqu'à Yvoire sur la rive savoyarde, les réponses ont été positives; la mortalité a été observée partout. Dans le petit lac, au contraire, de Versoix à Genève et à Chens, Nernier et Messery en Savoie, la maladie du poisson n'a pas frappé les observateurs.

La mortalité de 1873 semble donc avoir épargné l'extrémité occidentale du lac, tandis que celle de 1867 a été très généralement observée partout.

2<sup>e</sup> QUESTION. — *Cette mortalité a-t-elle été remarquée dans les rivières de votre voisinage ?*

Les réponses ont été négatives pour tous les affluents du lac : la mortalité a donc été localisée dans le lac.

3<sup>e</sup> QUESTION. — *Quelles sont les espèces de poissons qui ont été atteintes ? Indiquez, si possible, la proportion de mortalité dans les différentes espèces.*

Toutes les réponses sont unanimes à signaler la *Perche* comme ayant été particulièrement et plus spécialement atteinte. Quelques-unes indiquent à côté de la perche, mais en nombre incomparablement moins fort, le *Vengeron* d'abord, la *Lote* ensuite, puis la *Truite*, le *Brochet*, le *Goujon*, la *Carpe*. Nous citerons les réponses suivantes donnant des proportions numériques pour les diverses espèces.

Réponse n° 10 de l'enquête : M. Potterat, syndic à Paudex :

« *Perche*, quatre sixièmes.



« Vengerons, un sixième.

« Lote, un sixième. »

Réponse n° 38 de l'enquête : M. C. Dubois-Miéville à Coppet :

« Perche, 95 pour cent.

« Vengeron, 5 pour cent. »

4<sup>e</sup> QUESTION. — *La mortalité a-t-elle été remarquée chez des poissons de tout âge ou seulement chez les jeunes poissons ? Y a-t-il à ce point de vue une différence entre les espèces ?*

D'après la plupart des réponses, ce sont les jeunes perches qui ont été atteintes cette année. Cependant, à Cully, Lutry, Paudex, Ouchy, d'une part ; à Rolle, d'autre part, on indique comme ayant été frappé du poisson de tout âge. Nous signalerons comme étant très précise la réponse n° 21 de l'enquête. M. F. Morandin à Saint-Prex :

« Chez la perche de 1 à 3 ans, chez la lote de tout âge, chez le vengeron, les grands. »

Cette réponse nous semble résumer la situation dans la grande généralité du lac, excepté les rives de Lavaux, où il semble que, comme en 1867, le poisson de tout âge ait été atteint.

5<sup>e</sup> QUESTION. — *Quand a commencé cette mortalité ?*

Les réponses sont fort diverses. Depuis la fin de février jusqu'à mai, toutes les dates sont indiquées. Voici, du reste, la proportion des réponses : Une réponse indique février pour le commencement de la maladie ;

|    |                         |   |       |
|----|-------------------------|---|-------|
| 4  | réponses indiquent mars | » | »     |
| 10 | »                       | » | avril |
| 14 | »                       | » | mai   |

Nous croyons devoir citer la réponse 21 de l'enquête :

M. Morandin de Saint-Prex : « La mortalité a sévi chez la perche dans les mois de mai à juin ;  
chez la lote » » avril à mai ;  
chez le vengeron » » juin à juillet. »

Il résulte de l'ensemble de l'enquête que la mortalité n'a frappé le vengeron qu'à la fin de l'épizootie de la perche.

6<sup>e</sup> QUESTION. — *Quand la mortalité a-t-elle cessé ?*

Sauf quelques divergences peu importantes, toutes les réponses sont d'accord pour fixer au milieu de juillet la fin de l'épizootie. Voici des dates très précises fournies pour Villeneuve par M. Loup, membre de la commission :

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| « Commencement de la mortalité | 15 mai ;      |
| Maximum » »                    | 3 juillet ;   |
| Terminaison » »                | mi-juillet. » |

7<sup>e</sup> QUESTION. — *Cette mortalité est-elle plus considérable que celle qui a été observée dans d'autres années et spécialement en 1867 ?*

Les réponses à cette question sont assez analogues à celles faites à la première question. Dans le grand lac, de Villeneuve à Préverenges, toutes les réponses disent que la maladie a été plus forte ou du moins toute aussi forte qu'en 1867. De Morges à Genève, la maladie est signalée comme ayant été aussi forte ou moins forte qu'en 1867. Si nous rappelons ce qui a été vu plus haut, que l'épizootie a presque entièrement épargné la partie occidentale du lac, nous en concluons que la mortalité a été, dans son intensité, au moins aussi meurtrière en 1873 qu'en 1867. Signalons, à ce sujet, de nombreuses réponses qui indiquent que, tan-disqu'en 1867 le poisson de tout âge était atteint, en 1873 on n'a vu guère succomber que les jeunes (perches).

8<sup>e</sup> QUESTION. — *Indiquer, si possible, les caractères de la maladie.*

Cette question a reçu les réponses les plus différentes et les plus inégales. Nous pourrions les analyser ici, mais nous croyons pouvoir nous épargner ce travail. En effet, il résulte des réponses et des symptômes qui y sont indiqués, que la maladie de 1873 a présenté exactement les mêmes caractères que celle de 1867. Or, nous avons décrit, d'une manière suffisamment étendue, ces symptômes dans les deux mémoires suivants : F.-A. FOREL, *notes sur une maladie épizootique qui a sévi chez les perches du lac Léman en 1867*, Bull. soc. vaud. des sc. nat. IX, n° 58, Lausanne 1868. F.-A. FOREL et G. DUPLESSIS, *Etudes sur le typhus des perches. Epizooties de 1867 et 1868*. Bull. soc. méd. Suisse romande, Lausanne 1868.

Tous les symptômes que nous avons énumérés en 1867 et 1868, dans ces études, n'ont pas été observés en 1873 par tous nos correspondants ; ceux, en particulier, qui se rapportent à l'altération du sang, à la présence dans le sang de petits êtres microscopiques, les bactéries, que nous avons découverts en 1867 dans le sang de l'animal vivant, ces symptômes n'ont pas été observés, et ils ne pouvaient pas l'être, par les pêcheurs et amateurs dont nous analysons ici les réponses. Mais la présence de ces bactéries chez les perches encore vivantes, mais malades, a été constatée en 1873 comme de 1867 à 1868 par l'un des membres de la commission ; et, d'une autre part, la coïncidence est telle entre les symptômes indiqués par l'enquête et ceux de la maladie de 1867, que nous n'hésitons pas à déclarer que la mortalité de 1867, celle de 1868 et celle de 1873 sont dues à une seule et même maladie que nous avons appelée le TYPHUS DES PERCHES. Nous ne répéterons pas ici la

description de la maladie, mais nous renverrons aux rapports adressés, par nous, au département en 1867 et 1868.

9<sup>e</sup> QUESTION. — *A-t-on remarqué que les cadavres des poissons morts aient été accumulés par les vents et les courants en certains points spéciaux? A-t-on remarqué des amoncellements de cadavres à la surface ou au fond du lac? Indiquer les points de ces amoncellements, s'il y en a.*

Toutes les réponses, à l'exception de celles du petit lac, où l'épizootie n'a que très peu sévi, sont affirmatives sur la première partie de la question. La plupart indiquent aussi que ces amoncellements ont eu lieu aussi bien au fond du lac qu'à la surface. Quant aux points où les amoncellements auraient spécialement eu lieu, voici comment nous interprétons les réponses, fort diverses, faites de différents côtés. Les cadavres des poissons, victimes de l'épizootie, restent en partie à la surface, en partie tombent dans les fonds. Ceux de la surface sont accumulés par les courants et par les vents en certaines places, en particulier près de la rive, lorsque le vent souffle du large et même sur la grève si les vagues sont assez fortes. Quant aux cadavres qui tombent au fond, si les courants ou *lardières* sont assez forts, ils peuvent, eux aussi, être amoncelés en des points déterminés et alors, comme le disent nos correspondants, « les filets les soulèvent et les ramènent à la surface. »

Parmi les réponses faites à cette question, nous signalons le n° 20 de l'enquête : M. Julien Bugnon, à Saint-Prex :  
« — Le vent et les courants les faisant voyager longtemps  
« à la surface de l'eau, il semble que la mortalité soit beau-

« coup plus grande qu'elle ne l'est en réalité, parce que  
« l'on revoit souvent les mêmes poissons. »

10<sup>e</sup> QUESTION. — *A quelle cause attribue-t-on, dans la localité, la mortalité du poisson ?*

Nous avons à signaler ici une différence absolue dans les réponses à cette question, suivant les régions du lac. Dans le grand lac, de Villeneuve à Allaman, les riverains attribuent la mortalité aux usines et fabriques diverses qui existent dans la localité. D'Allaman à Coppet, au contraire, toutes les réponses attribuent au froid du printemps, au moment de la fraie, la maladie qui sévit chez les perches.

Les raisons qui militent en faveur de cette dernière opinion sont résumés comme suit dans la réponse n<sup>o</sup> 35 de l'enquête, par M. Chevrier, au Cardon, près Nyon :

« 1<sup>o</sup> La ressemblance frappante qui existe entre les printemps de 1867 et 1873 sous le rapport des pluies froides prolongées, et des gels tardifs ;

« 2<sup>o</sup> La coïncidence de l'époque de la fraie avec l'épizootie ;

« 3<sup>o</sup> La grosseur des perches malades, correspondant à l'âge requis pour le commencement de la reproduction, 2 1/2 à 3 ans ;

« 4<sup>o</sup> La fraie de la perche se fait en *beine* dans des eaux facilement refroidies et tourmentées. »

Nous signalons cette différence très frappante dans l'opinion du public, sur l'origine de la maladie, suivant que l'on consulte la partie orientale ou occidentale du lac : nous reviendrons, du reste, plus loin sur ce sujet.

11<sup>e</sup> QUESTION. — *Donner les noms des personnes qui ont fourni les renseignements.*

Les réponses sont signées par 65 personnes différentes et

quelques-unes représentent plusieurs pêcheurs de la même localité. Nous avons donc dans les matériaux de l'enquête le résultat bien complet de l'opinion publique des riverains du Léman sur l'épizootie.

12<sup>e</sup> QUESTION. — *Existe-t-il dans la localité des usines dont les résidus, jetés au lac, pourraient être nuisibles aux poissons? Indiquer ces usines, s'il y en a.*

Les usines signalées dans les réponses sont des fours à chaux et à gypse, des usines à gaz, des tanneries, des fabriques de tabac. Il n'y a pas jusqu'aux très innocentes scories et cendres de coke des bateaux à vapeurs qui n'aient été signalées comme coupables de la maladie. Nous ne donnons pas ici la liste de ces usines, les renseignements dont nous disposons n'étant pas assez précis.

13<sup>e</sup> QUESTION. — *Donnez enfin tous les renseignements qui ne rentrent pas dans le cadre des questions ci-dessus posées et qui pourraient être utiles, sur le sujet qui nous occupe.*

L'enquête a donné sur cette question des résultats intéressants et variés mais qui rentrent trop peu dans le cadre de notre étude pour que nous les analysions ici. Elles se rapportent surtout à la pêche et à la pisciculture.

Après avoir analysé les documents que nous a fournis l'enquête, la commission s'est posée la question suivante :

*Peut-on d'une manière un peu précise et scientifique déterminer la cause de la maladie?*

Il résulte de l'étude faite par M. Forel de l'épizootie de 1867, et par MM. Forel et Du Plessis de l'épizootie de 1868, que la maladie qui a atteint la perche ces an-

nées-là, maladie que nous avons vu être la cause de la mortalité de 1873, appartient à la classe des maladies infectieuses. En effet, le signe caractéristique de la maladie, pathognomonique, suivant l'expression médicale, est la présence, dans le sang de l'animal vivant, de petits champignons microscopiques, *les bactéries*; tous les autres symptômes que présentent les poissons malades, les taches blanches de la peau et des muscles (gangrène), les hémorrhagies de la base des nageoires et de la queue, la diarrhée, etc., sont des symptômes inconstants et secondaires. La présence des bactéries dans le sang vivant, est au contraire, un symptôme capital et de premier ordre. C'est ce qui a autorisé les premiers historiens de la maladie à la désigner sous le nom de *Typhus des perches*, en la rapprochant ainsi des maladies typhoïdes et infectieuses. La maladie qui nous occupe est donc caractérisée par le développement, dans le sang de l'animal vivant, de phénomènes de fermentation et de putréfaction, causés par des champignons, les bactéries.

La commission n'a pas étudié à nouveau cette question; elle admet cette théorie sans la discuter. Mais cette théorie acceptée, la difficulté n'est que reculée si l'on veut rechercher la cause de la maladie, et le problème devient tellement compliqué que la commission ne croit pas pouvoir le résoudre. Elle se bornera à résumer les deux manières de voir que l'on peut prendre dans cette question, à traduire d'une manière scientifique les opinions déjà formulées par les riverains dans leurs réponses à l'enquête.

Dans le haut lac on attribue la cause de l'épizootie aux usines. Voici comment le fait pourrait avoir lieu. Les eaux des usines, les eaux de chaux, par exemple, les eaux ammo-

niacales de gaz, versées subitement en quantité considérable dans le lac, empoisonneraient une certaine quantité de poissons. Les cadavres de ces premières victimes amassés par les courants dans les profondeurs du lac, seraient l'origine des foyers d'infection, des foyers de putridité d'où la maladie infectieuse se répandrait au loin. A cette théorie on peut faire, entre autres, les objections suivantes :

1° L'objection formulée dans la réponse n° 17 de l'enquête : MM. O. Bristlen et R. Vincent, à Morges : « Si la mortalité était causée par l'usine à gaz elle serait perpétuelle. »

Il n'y aurait, en effet, pas de raison pour que les usines et fabriques n'empoisonnassent pas continuellement les eaux du lac.

2° L'apparition du typhus des perches a toujours eu lieu au printemps, aussi bien en 1867 qu'en 1873, ainsi que dans les cas isolés où nous l'avons observée dans les années intermédiaires. La maladie semble avoir été liée à une saison déterminée de l'année.

3° Les substances délétères provenant des usines, ne peuvent se répandre fort loin avec un degré de concentration suffisante pour être nuisibles. L'eau du lac, on le sait, est admirablement pure, et, deux analyses différentes que nous en possédons, faites à un demi-siècle d'intervalle par Tingry, à Genève, et MM. Risler et Walther, à Calève, sont tellement concordantes, donnant seulement en substances précipitables 0,150 la première et 0,170 la seconde, pour mille, que nous devons admettre une dissolution presque complète de toutes les substances étrangères introduites dans le lac. La dose qui devrait y



entrer pour devenir, nous ne dirons pas nuisible, mais seulement sensible, devrait être énorme, et même à une très faible distance des usines, l'action délétère des eaux industrielles est atténuée et noyée dans l'immense quantité d'eau pure avec laquelle elles sont mélangées.

4<sup>o</sup> Le fait qu'une seule espèce de poisson, la perche, a été atteinte par l'épizootie.

Ces considérations sont assez sérieuses et d'un assez grand poids pour que notre commission puisse se prononcer avec assurance et repousser cette opinion qui attribue aux déjets des usines et fabriques le typhus des perches de 1873. <sup>(1)</sup>

La seconde opinion, celle qui règne dans la partie occidentale du lac, est que la maladie est causée par des circonstances climatiques défavorables survenues au printemps, au moment de la fraie. Nos correspondants ne sont cependant pas complètement d'accord; les uns attribuent la maladie aux pluies froides du printemps, les autres « au réchauffement subit des eaux, » les autres « aux vagues de la bise. »

Nous avons déjà analysé, dans les réponses à la question n<sup>o</sup> 10, les arguments invoqués par M. Chevrier, en faveur de cette opinion. Nous y ajouterons les raisons suivantes :

1<sup>o</sup> La perche fraie dans les mois de mars, avril et mai, époque qui correspond bien avec le commencement de l'épizootie ;

(1) M. le Dr Chausson, membre de la commission, n'accepte pas cette conclusion et est disposé à attribuer à l'empoisonnement des eaux du lac par les produits des usines une grande part dans la mortalité du poisson.

2<sup>o</sup> La perche fraie *en Beine*, dans des eaux peu profondes. Or, ces eaux superficielles sont sujettes à des variations rapides de température, aussi bien dans le sens de la chaleur que dans celui du froid.

Ces considérations, jointes à celles énoncées plus haut, font que, sans nous prononcer sur la cause immédiate de la maladie, et surtout sans avoir la prétention d'expliquer le développement d'une maladie infectieuse frappant une ou deux espèces de poisson seulement, nous croyons pouvoir cependant attribuer le *Typhus des perches* à quelque influence climaterique, ou, si nous voulons être plus prudents, à quelque influence extérieure agissant au moment de la fraie du poisson, ou mieux encore, agissant au printemps. Cette conclusion est bien vague, mais soit nos observations et expériences de 1867 et 1868, soit les matériaux mis à notre disposition par l'enquête de 1873, ne nous permettent pas une réponse plus précise et plus affirmative.



# COMPTE-RENDU MENSUEL

PRÉSENTÉ A LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

par son délégué J. MARGUET

## DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à l'Asile des Aveugles

par M. HIRZEL, Directeur.



**Année météorologique 1873-1874.**

**Mars 1874.**

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| TEMPÉRATURE. — Moyenne observée . . . | + 5,33 |
| Id. corrigée . . .                    | + 5,08 |
| Moyenne normale . . .                 | 3,46   |
| Excédant, degrés centésim. . .        | + 1,62 |

Variation de la température moyenne diurne :

|                            | Maximum. |             | Minimum. |             | Différence. |
|----------------------------|----------|-------------|----------|-------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | + 6,6    | le 2 . . .  | + 1,6    | le 10 . . . | 5,0         |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | + 8,2    | le 10 . . . | — 3,3    | le 12 . .   | 11,5        |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | + 11,8   | le 31 . . . | + 6,1    | le 21 . . . | 5,7         |

## 2 SÉP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 413

Plus grande variation :  $\pm 11,8 - (-3,3) = 15,1$  degrés centésimaux.

La température moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale les 5, 6, 8, 10 de la première décade; les 11, 12, 13, 14, 15 de la seconde décade. En tout *neuf* fois pendant le mois.

La température moyenne a été inférieure à zéro les 11, 12, 13, 14; en tout *quatre* fois.

Maximum aux heures d'observation  $+ 14,2$  le 31, à 1 h.; minimum  $- 5,7$  le 14, à 7 h.

PRESSIION DE L'AIR. — Moyenne observée, <sup>mm</sup> 721,96

Id. corrigée . . 721,83

Moyenne normale . . 716,71

Excédant, millimètres 5,12

Variation de la pression moyenne diurne:

|                              | Maximum.          | Minimum.          | Différence. |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . | 726,5 le 6 . . .  | 709,1 le 10 . . . | 17,4        |
| 2 <sup>me</sup> » . . .      | 728,1 le 14 . . . | 712,8 le 11 . . . | 15,3        |
| 3 <sup>me</sup> » . . .      | 724,8 le 22 . . . | 718,1 le 25 . . . | 6,7         |

Plus grande variation:  $728,1 - 709,1 = 19,0$  millim.

La pression moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale les 9, 10 et 11. En tout *trois* fois seulement. La pression de l'air a été constamment élevée.

Maximum aux heures d'observation 728,3 le 14, à 1 h.; minimum 706,7 le 10, à 7 h. du matin.

HUMIDITÉ RELATIVE. — Moyenne observée 73,1 p<sup>r</sup> cent.

Variation de l'humidité relative moyenne diurne:

|                            | Maximum.          |                  | Minimum. |  | Différence. |
|----------------------------|-------------------|------------------|----------|--|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 91 le 1 . . . .   | 47 le 7 . . . .  | 44       |  |             |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | 100 le 12 . . . . | 73 le 18 . . . . | 27       |  |             |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | 68 le 22 . . . .  | 48 le 25 . . . . | 20       |  |             |

Plus grande variation :  $100 - 47 = 53$ . Variation moyenne 19,4.

L'air a été saturé le 12, et le plus sec le 7.

L'humidité relative a été inférieure à la moyenne mensuelle les 4, 5, 6, 7, 9 de la première décade, et pendant toute la durée de la 3<sup>me</sup> décade. En tout *seize* fois.

CLARTÉ MOYENNE DU CIEL. — Moyenne observée 6,8.

Le ciel a été entièrement couvert les 1, 2, 3, 11, 15.

En tout *cinq* fois.

» » » pur *zéro* fois.

La clarté a été indiquée par un nombre inférieure à la moyenne les 5, 12, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 31. En tout *onze* fois.

VENT DOMINANT. — N NE E SE S SO O NO

1 9 1 1 1 8 zéro zéro

Ce sont les vents de NE qui ont été prédominants ; après les vents de SO.

Fréquence en tant pour cent :

| N  | NE | E  | SE | S | SO | O | NO |
|----|----|----|----|---|----|---|----|
| 10 | 35 | 10 | 6  | 9 | 27 | 2 | 1  |

Direction moyenne du vent : Nord 79° 42' Est. Fréquence moyenne 17,4 %. Calme 14 fois sur 100.

EAU TOMBÉE. — 1<sup>re</sup> décade . . mill. 3,750

2<sup>me</sup> décade . . . . 10,625

3<sup>me</sup> décade . . . . 1,875

Total . millimètres 16,250

#### 4 SÉP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 415

L'eau a été recueillie dans l'ombromètre les 1, 2, 3, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 19, 20, 29. En tout *douze* fois.

Plus forte quantité d'eau le 13 (3,625); plus faible quantité le 11 (0,250).

En comparant ces nombres avec ceux de la période 1857-1871 (15 ans) on trouve qu'il y a pour la hauteur d'eau tombée un déficit de  $67,743 - 16,250 = 51,493$  millimètres et pour le nombre de jours de chute un déficit de  $15,2 - 12 = 3,2$  jours.

Il a neigé les 10, 11, 12, 13, 15; en tout *cinq* fois.

CARACTÈRE DU TEMPS. — Ciel variable, le plus souvent nuageux. Temps humide dans la seconde décade, et sec dans la troisième.

---

#### Avril 1874.

|                                           |         |
|-------------------------------------------|---------|
| TEMPÉRATURE. — Moyenne observée . . . . . | + 11,39 |
| Id. corrigée . . . . .                    | + 11,03 |
| Moyenne normale . . . . .                 | + 7,68  |
| Excédant, degrés centésim. +              | 3,35    |

Variation de la température moyenne diurne:

|                              | Maximum. |             | Minimum. |             | Différence. |
|------------------------------|----------|-------------|----------|-------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . | 14,9     | le 3 . . .  | 4,9      | le 5 . . .  | 10,0        |
| 2 <sup>me</sup> » . . .      | 14,7     | le 20 . . . | 6,6      | le 14 . . . | 8,1         |
| 3 <sup>me</sup> » . . .      | 18,8     | le 27 . . . | 8,7      | le 29 . . . | 10,1        |

Plus grande variation :  $18,8 - 4,9 = 13,9$  degrés centésimaux.

La température moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale les 4, 5, 6, 9, 14; en tout *cinq* fois seulement pendant le mois.

La température ne s'est jamais abaissée au-dessous du point de glace. Mois chaud.

Maximum aux heures d'observation 21,7 le 27, à 1 h.;  
minimum 4,3 le 5, à 9 h. du soir.

PRESSIION DE L'AIR. — Moyenne observée, <sup>mm</sup> 714,58

Id. corrigée . . 714,47

Moyenne normale . . 714,96

Déficit, millimètre 0,49

La pression s'est peu écartée de la normale.

Variation de la pression moyenne diurne:

|                            | Maximum.        | Minimum.        | Différence. |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 723,7 le 1 . .  | 706,8 le 10 . . | 16,9        |
| 2 <sup>me</sup> décade . . | 720,7 le 19 . . | 699,7 le 11 . . | 21,0        |
| 3 <sup>me</sup> décade . . | 720,6 le 22 . . | 715,2 le 30 . . | 5,4         |

Plus grande variation: 723,7 — 699,7 = 24,0 millim.

Ce mois a présenté deux grandes oscillations, en baisse du 1 au 11, en hausse du 11 au 22; la première de 24,0 millimètres, la seconde de 20,9 millimètres.

Le 12, à 7 h., le baromètre marquait 696,6; et le 1, à 1 h., 724,2. Ce sont les extrêmes constatés aux heures d'observation.

La pression moyenne diurne a été inférieure à la pression moyenne normale les 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16; en tout 13 fois. Elle a été très variable.

HUMIDITÉ RELATIVE. — Moyenne observée 65,5 p<sup>r</sup> cent.

Variation de l'humidité moyenne diurne :

|                              | Maximum.       | Minimum.       | Différence. |
|------------------------------|----------------|----------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . | 92 le 5 . . .  | 46 le 3 . . .  | 46          |
| 2 <sup>me</sup> » . . .      | 90 le 16 . . . | 57 le 19 . . . | 33          |
| 3 <sup>me</sup> » . . .      | 64 le 24 . . . | 42 le 29 . . . | 22          |

# 6 SÉP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 417

L'humidité a été décroissante du commencement du mois à la fin.

Plus grande variation :  $92 - 42 = 50$ . Variation moyenne 16,5.

L'humidité a été inférieure à la moyenne mensuelle les 2, 3, 7, 12, 19, 20 et du 21 au 30 sans interruption ; en tout *dix-sept* fois.

CLARTÉ MOYENNE DU CIEL. — Moyenne observée 6.

Le ciel a été entièrement couvert les 4, 5, 9, 12, 13, 14, 16.

La clarté moyenne diurne a été indiquée par un chiffre inférieur à la moyenne les 1, 10, 19, 20 et du 21 au 30 sans interruption : en tout *quatorze* fois.

VENT DOMINANT. — N NE E SE S SO O NO  
1 15 2 1 zéro 6 zéro 1

La prédominance bien marquée appartient encore au vent du Nord-Est.

Fréquence en tant pour cent :

|   |    |    |    |   |    |   |    |       |
|---|----|----|----|---|----|---|----|-------|
| N | NE | E  | SE | S | SO | O | NO | } (1) |
| 9 | 48 | 12 | 5  | 0 | 20 | 1 | 5  |       |

Calme 34 fois sur 100.

Direction moyenne du vent . . Nord 47°19' Est (1)

(1) NB. La direction moyenne du vent, en comptant l'azimuth A dans le sens de Nord à Est, a été calculée, à partir de Mars, par la formule :

$$\text{Tang. A} = \frac{E - O + 0,707 [NE + SE - (NO + SO)]}{N - S + 0,707 [NE + NO - (SE + SO)]} = D;$$

$0,707 = \frac{1}{2} \sqrt{2}$  | en y introduisant les valeurs (1).

La fréquence moyenne F est donnée par la formule :

$$F = \frac{D}{\cos A} \quad \text{ou} \quad F = D \times \sec A.$$

De Décembre à Février, ces deux quantités A et F ont été déduites d'épures.



Fréquence moyenne du vent . 41,9 pour cent.

Le vent a soufflé assez fortement du NE les 6, 19, 29 et du Nord le 28. Il y a eu un coup de vent de SO pendant la nuit du 3 au 4.

EAU TOMBÉE. — Hauteur. Nombre de fois. Date.

|                         |           |   |                        |
|-------------------------|-----------|---|------------------------|
| 1 <sup>re</sup> décade. | mm 31,500 | 4 | les 1, 4, 5, 6         |
| 2 <sup>me</sup> »       | 15,250    | 5 | les 11, 14, 15, 16, 17 |
| 3 <sup>me</sup> »       | 0,125     | 1 | le 23.                 |

Total, millim. 46,875 . 10

Total normal. 77,127 . 12,3

Déficit . . . . 30,252 . 2,3

Ce mois a été relativement sec.

CARACTÈRE DU TEMPS. — Ciel couvert et nuageux généralement dans les deux premières décades; vapoureux ou clair dans la troisième.

Le 22, éclairs et tonnerre à 7 h. du soir; le 24 orage de 5 à 7 h. du soir.

### Mai 1874.

TEMPÉRATURE. — Moyenne observée . . + 10,78

Id. corrigée . . + 10,35

Moyenne normale . . + 11,78

Déficit, degré centésim. 1,43

## Variation de la température moyenne diurne :

|                              | Maximum.            | Minimum.         | Différence. |
|------------------------------|---------------------|------------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . | 12,8 le 1 . . . .   | 4,3 le 9 . . .   | 8,5         |
| 2 <sup>me</sup> » . . .      | 10,2 le 20 . . . .  | 5,9 le 12 . . .  | 4,3         |
| 3 <sup>me</sup> » . . .      | 20,4 les 30 et 31 . | 13,3 le 24 . . . | 7,1         |

Plus grande variation :  $20,4 - 4,3 = 16,1$  degrés centés.

La température moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale pendant toute la durée des deux premières décades, le 1 excepté; en tout *dix-neuf* fois. Le mois de Mai a été froid.

La température la plus élevée aux heures d'observation a été notée le 30, à 1 h. (23,0); la plus basse le 9, à 7 h. du matin (2,4).

PRESSION DE L'AIR. — Moyenne observée . <sup>mm</sup> 714,73

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Id. corrigée . .    | 714,64 |
| Moyenne normale . . | 716,08 |
| Déficit, millimètre | 1,44   |

## Variation de la pression moyenne diurne :

|                            | Maximum.        | Minimum.        | Différence. |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 713,2 le 6 . .  | 706,7 le 9 . .  | 6,5         |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | 722,3 le 14 . . | 713,6 le 11 . . | 8,7         |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | 722,6 le 31 . . | 708,9 le 23 . . | 13,7        |

Plus grande variation :  $722,6 - 706,7 = 15,9$  millim.

La pression moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale pendant toute la première décade, les 11, 12, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27; en tout *dix-neuf* fois.

La pression la plus élevée aux heures d'observation a été notée le 14, à 9 h. du soir (723,5); la plus faible le 9, à 7 h. du matin (706,6).

**HUMIDITÉ RELATIVE.** — Moyenne observée . . 66,2.

**Variation de l'humidité relative moyenne diurne :**

|                              | Maximum.         | Minimum.         | Différence. |
|------------------------------|------------------|------------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . | 85 le 9 . . . .  | 46 le 1 . . . .  | 39          |
| 2 <sup>me</sup> » . . .      | 84 les 13 et 19  | 51 le 17 . . . . | 33          |
| 3 <sup>me</sup> » . . .      | 89 le 22 . . . . | 49 le 31 . . . . | 40          |

**Plus grande variation :** 89 — 46 = 43.

**Variation moyenne . . . . .** 16,6.

L'humidité relative a été inférieure à la moyenne mensuelle du 1 au 8, les 17, 18 et du 27 au 31 ; en tout *quinze* fois.

L'humidité la plus grande aux heures d'observation a été notée le 24, à 7 h. du matin (95) ; la moindre les 2 et 28, à 1 h. (32).

**CLARTÉ MOYENNE DU CIEL.** — Moyenne observé 6,03.

Le ciel a été entièrement couvert les 9, 12, 13, 22 ; en tout *quatre* fois ; pur *zéro* fois.

La clarté a été indiquée par un nombre inférieur à la moyenne mensuelle les 2, 3, 6, 7, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 27 à 31 ; en tout *quinze* fois.

**VENT DOMINANT.** — N NE E SE S SO O NO  
2 11 zéro zéro 1 5 zéro zéro

Le NE a encore été bien prédominant.

**Fréquence en tant pour cent :**

| N  | NE | E | SE | S | SO | O | NO |
|----|----|---|----|---|----|---|----|
| 19 | 41 | 5 | 8  | 9 | 16 | 0 | 2  |

**Calme 20 fois sur 100.**

**10 SEP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES BULL. 421**

Direction moyenne du vent. — Nord 48°57' Est.

Fréquence moyenne du vent. — 35,7 pour cent.

Le vent a soufflé assez fortement du NE les 2, 17, 18;  
du N le 11.

**EAU TOMBÉE. —**

|                        | Hauteur. | Nombre de fois. | Dates.                             |
|------------------------|----------|-----------------|------------------------------------|
| 1 <sup>re</sup> décade | 12,500   | 2               | les 9 et 10.                       |
| 2 <sup>me</sup> »      | 36,000   | 8               | les 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20 |
| 3 <sup>me</sup> »      | 76,000   | 4               | les 22, 23, 24, 25.                |
| <hr/>                  |          |                 |                                    |
| Total mm               | 124,500  | 14              |                                    |
| Tot. norm <sup>1</sup> | 98,738   | 13,5            |                                    |
| <hr/>                  |          |                 |                                    |
| Excédant               | 25,762   | 0,5             |                                    |

Ce mois a été relativement pluvieux.

**CARACTÈRE DU TEMPS.** — Le ciel a été généralement nuageux et variable.

Le 9, à 7 h., pluie mêlée de flocons de neige; pluie et grésil les 10, 11 et 16. — Orage au SO, à 8 h. du soir le 22. — Pluie et orage dans l'après-midi du 23. — Le 25, à 1 h., pluie et orage au NE. — Le 26, orage à 2 h. et à 5 h. du soir. — Le 31, éclaircs à 9 h. du soir.

Le tableau ci-dessous résume les principaux faits météorologiques du printemps.

# PRINTEMPS DE L'ANNÉE MÉTÉOROLOGIQUE 1874.

| MOIS             | Température.<br>Degrés centés. | Pression de<br>l'air.<br>Millimètres. | Humidité<br>relative.<br>Pour cent.                                                                                                                                                 | Clarté du<br>ciel. | Direction du<br>vent.<br>Sur 100 vents | Fréquence<br>du vent<br>pour cent. | Vent<br>dominant<br>pour cent. | Hauteur d'eau<br>tombe.<br>Millimètres. | Nombre de<br>jours de chute<br>d'eau. |         |    |
|------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|---------|----|
| Mars . . . .     | + 5,08                         | 721,83                                | 73,1                                                                                                                                                                                | 6,8                | N79°42E                                | 17,4                               | NE 35                          | 16,250                                  | 12                                    |         |    |
| Avril . . . .    | 11,03                          | 714,47                                | 65,5                                                                                                                                                                                | 6,0                | N47°19E                                | 41,9                               | NE 48                          | 46,875                                  | 10                                    |         |    |
| Mai . . . .      | 10,35                          | 714,64                                | 66,2                                                                                                                                                                                | 6,0                | N48°57E                                | 35,7                               | NE 41                          | 124,500                                 | 14                                    |         |    |
| Moyennes . . .   | 8,82                           | 716,98                                | 68,3                                                                                                                                                                                | 6,3                | N.53°,6E                               | 30,9                               | NE 41                          | 187,625                                 | 36                                    |         |    |
| Normales . . .   | 7,64                           | 715,92                                | La température et la pression ne sont pas exceptionnelles.<br>Il y a eu déficit assez considérable d'eau tombée, à peu près 23 pour cent, et pour le nombre de jours de chute 12 %. |                    |                                        |                                    |                                |                                         |                                       | 243,608 | 41 |
| Différences. . . | + 1,18                         | + 1,06                                |                                                                                                                                                                                     |                    |                                        |                                    |                                |                                         |                                       | -55,983 | -5 |

Juin 1874.

TEMPÉRATURE. — Moyenne observée . . . . . 18,12

Id. corrigée . . . . . 18,05

Moyenne normale . . . . . 16,03

Excédant, degrés centésim. . . . . 2,02

Variation de la température moyenne diurne :

|                              | Maximum. |           | Minimum. |           | Différence. |
|------------------------------|----------|-----------|----------|-----------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . | 23,9     | le 7 . .  | 19,5     | le 2 . .  | 4,4         |
| 2 <sup>me</sup> » . . .      | 23,8     | le 11 . . | 8,1      | le 15 . . | 15,7        |
| 3 <sup>me</sup> » . . .      | 20,1     | le 21 . . | 13,3     | le 28 . . | 6,8         |

Plus grande variation : 23,9 — 8,1 = 15,8.

La température moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale les 13, 14, 15, 16, 17, 22, 25, 26, 27, 28, 29; en tout *onze* fois.

Il y a eu un refroidissement très marqué du 11 au 15, suivi d'un réchauffement rapide du 15 au 21.

La température la plus élevée aux heures d'observation a été notée le 7, à 1 h. (26,4); la plus basse le 15, à 9 h. du soir (7,6). La première décade a été signalée par une température exceptionnellement haute.

PRESSION DE L'AIR. — Moyenne observée . . . 719,12

Id. corrigée . . . 719,05

Moyenne normale . . . 718,42

Excédant, millimètre . . . 0,63

## Variation de la pression moyenne diurne :

|                            | Maximum.            | Minimum.        | Différence. |
|----------------------------|---------------------|-----------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 725,3 le 4 . . . .  | 717,9 le 7 . .  | 7,4         |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | 720,6 le 18 et 19 . | 716,5 le 14 . . | 4,1         |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | 720,7 le 29. . . .  | 712,7 le 28 . . | 8,0         |

Plus grande variation :  $725,3 - 712,7 = 12,6$ .

La pression moyenne diurne a été inférieure à la pression normale les 7, 12, 13, 14, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28; en tout *onze* fois. La première décade a présenté de fortes pressions.

La pression la plus élevée aux heures d'observation a été notée le 4, à 7 h. du matin (725,7); la plus basse le 22, à 7 h. du matin (708,2).

**HUMIDITÉ RELATIVE.** — Moyenne observée . . 66,2.

Elle est exactement la même que celle du mois de mai.

## Variation de l'humidité moyenne diurne :

|                              | Maximum.         | Minimum.         | Différence. |
|------------------------------|------------------|------------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . | 67 le 6 . . . .  | 51 le 7 . . . .  | 16          |
| 2 <sup>me</sup> » . . .      | 83 le 18 . . . . | 47 le 14 . . . . | 36          |
| 3 <sup>me</sup> » . . .      | 87 le 22 . . . . | 51 le 23 . . . . | 36          |

Plus grande variation :  $87 - 47 = 40$ ,

Variation moyenne . . . . . 18,2.

L'humidité relative a été inférieure à la moyenne mensuelle pendant toute la première décade sauf le 6; les 11, 12, 13, 14, 20, 23, 25; en tout *huit* fois.

L'humidité la plus grande aux heures d'observation a été notée le 26, à 9 h. du soir (94); la plus faible le 14, à 1 h. (32).

**14 SÉP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 425**

**CLARTÉ MOYENNE DU CIEL. —** Moyenne observée 6,2.

Le ciel a été entièrement couvert les 15, 26, 28; en tout *trois* fois; pur *zéro* fois.

La clarté moyenne a été indiquée par un nombre inférieur à la moyenne mensuelle pendant toute la première décade sauf le 8, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 23 (presque pur), 25 et 30; en tout *dix* fois.

**VENT DOMINANT. —** N NE E SE S SO O NO  
1 11 3 3 1 5 zéro zéro

Le NE et le SO ont été dominants en Juin le même nombre de fois qu'en Mai.

Fréquence en tant pour cent :

|   |    |    |    |   |    |      |    |
|---|----|----|----|---|----|------|----|
| N | NE | E  | SE | S | SO | O    | NO |
| 9 | 36 | 12 | 13 | 8 | 21 | zéro | 1  |

Calme 20 fois sur 100.

Direction moyenne du vent Nord : 84°16' Est.‡

Fréquence moyenne du vent : 31,2.

Le vent a soufflé fortement du NE le 13, assez fortement les 12 et 21; fortement du N le 15; du SO les 22 et 28, de l'E le 7.

**EAU TOMBÉE.**

|                        | Hauteur. | Nombre de fois. | Date.                          |
|------------------------|----------|-----------------|--------------------------------|
| 1 <sup>re</sup> décade | 2,875    | . . 2           | . . les 2 et 9.                |
| 2 <sup>me</sup> »      | 32,500   | . . 5           | . . les 15, 16, 18, 19, 20.    |
| 3 <sup>me</sup> »      | 59,625   | . . 7           | . . les 22 et 23; du 25 au 29. |

Total millim. 95,000 . 14

Total normal 115,427 . 13,4

Différence — 20,427 + 0,6



Ce mois a été sec principalement pendant la première décade, quoique normal sous le rapport du nombre de jours de chute d'eau.

**CARACTÈRE DU TEMPS.** — Le ciel a été généralement nuageux. — Il a fait de l'orage: le 1, à 7  $\frac{1}{2}$  h. du soir; le 7, de 5 h. à 7 h. du soir; le 18, à 8 h. du soir; le 19, de 4 h. à 6 h. du soir; le 21, de 4 h. à 9 h. du soir; le 22, de 7 h. à 9 h. du matin, grande obscurité à 7 h., grosse grêle; le 24, apparences orageuses. — Le 4, violentes rafales de SE de 4  $\frac{1}{2}$  h. à 7  $\frac{1}{2}$  h. du soir; la ville enveloppée d'un nuage de poussière. — Les 9 et 10 éclairs au NE pendant la soirée. — Le 12, Halo. — Le 19 un peu de grêle. — Temps orageux et parfois tempétueux.

### Juillet 1874.

**TEMPÉRATURE.** — Moyenne observée . . . . . 21,60

Id. corrigée . . . . . 21,07

Moyenne normale . . . . . 17,48

Excédant, degrés centésim. . . 3,59

#### Variation de la température moyenne diurne:

|                            | M. in.um.        | Minimum.         | Différence. |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 25,8 le 4 . . .  | 20,7 le 1 . . .  | 5,1         |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | 24,5 le 14 . . . | 20,4 le 20 . . . | 4,1         |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | 22,1 le 23 . . . | 13,8 le 30 . . . | 8,3         |

Plus grande variation : 25,8 — 13,8 = 12,0 degrés centésimaux.

**16 SEP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 427**

Il y a eu un refroidissement très prononcé du 23 au 30.

La température moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale pendant la troisième décade seulement les 25, 28, 29 et 30 ; en tout, *quatre* fois. Le 31, égalité avec la normale. Ce mois a été exceptionnellement chaud.

Maximum aux heures d'observation 28,5 le 15 à 1 h. ; minimum 15,4 le 25, à 9 h. du soir.

PRESSIION DE L'AIR. — Moyenne observée. <sup>mm</sup>718,55

Id. corrigée. . 718,46

Moyenne normale. . 719,09

Déficit, millimètre . 0,63

Variation de la pression moyenne diurne :

|                           | Maximum.                       | Minimum.         | Différence. |
|---------------------------|--------------------------------|------------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade. . | 722,8 le 1 <sup>er</sup> . . . | 719,3 le 7 . . . | 3,5         |
| 2 <sup>me</sup> » . .     | 719,7 le 17 . . .              | 716,9 le 20. . . | 2,8         |
| 3 <sup>me</sup> » . .     | 718,0 les 22 et 31             | 711,1 le 29. . . | 6,9         |

Plus grande variation : 722,8 — 711,1 = 11,7 millimètres.

La pression moyenne diurne a été inférieure à la pression normale les 11, 12, 20, et pendant toute la durée de la troisième décade. En tout, *quatorze* fois. Pression forte pendant la première décade et la majeure partie de la seconde. Le 18, pression normale.

La pression la plus élevée aux heures d'observation a été notée le 1<sup>er</sup>, à 7 h. du matin (723,3) ; la plus basse le 29, à 7 h. du matin (710,4).

HUMIDITÉ RELATIVE.—Moyenne observée. 69,8 p<sup>r</sup> cent.

## Variation de l'humidité relative moyenne diurne :

|                              | Maximum.               | Minimum.       | Différence. |
|------------------------------|------------------------|----------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . | 68 les 4, 6 et 8 . . . | 61 le 2 . . .  | 7           |
| 2 <sup>me</sup> » . . .      | 82 le 20 . . . . .     | 56 le 11 . . . | 26          |
| 3 <sup>me</sup> » . . .      | 92 le 30 . . . . .     | 62 le 27 . . . | 30          |

Plus grande variation :  $92 - 56 = 36$ . Variation moyenne, 14,5.

L'humidité moyenne diurne a été inférieure à la moyenne mensuelle pendant toute la première décade : du 11 au 14, pendant la seconde ; les 22, 23, 26, 27 et 31 de la troisième décade. En tout, *dix-sept* fois.

La plus forte humidité aux heures d'observation a été notée le 25, à 9 h. du soir (94) ; la plus faible, le 11, à 1 h. après-midi.

CLARTÉ MOYENNE DU CIEL. — Moyenne observée. 5,4.

Le ciel n'a été entièrement couvert que *trois* fois, les 25, 29 et 30.

Pur, une fois, le 2.

La clarté a été indiquée par un nombre inférieur à la moyenne pendant la première décade entière ; les 12, 13 et 14 de la seconde décade ; les 22, 27 (presque pur) et 31 de la troisième décade. En tout, *seize* fois.

VENT DOMINANT. — N NE E SE S SO O NO  
1 17 2 2 zéro 3 zéro 1

Toujours le vent de NE est dominant aux heures d'observation.

Fréquence en tant pour cent :

|   |    |    |    |   |    |      |    |
|---|----|----|----|---|----|------|----|
| N | NE | E  | SE | S | SO | O    | NO |
| 8 | 57 | 11 | 6  | 1 | 13 | zéro | 4  |

Calme 25 fois sur cent.

**18 SÉP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 429**

Direction moyenne du vent Nord: 49°52' Est.

Fréquence moyenne du vent: 56,9 pour cent.

Le vent de NE n'a soufflé assez fortement que les 13 et 31; le vent de SO le 16.

| EAU TOMBÉE.            | Hauteur. | Nombre de fois. | Date.                                 |
|------------------------|----------|-----------------|---------------------------------------|
| 1 <sup>re</sup> décade | 25,375   | 1               | le 8.                                 |
| 2 <sup>me</sup> »      | 26,125   | 5               | les 11, 16, 17, 18, 20                |
| 3 <sup>me</sup> »      | 69,775   | 8               | les 21, 24, 25, 26 et du<br>28 au 31. |

---

Total millim. 121,275 . 14

Total normal . 83,398 . 11,1

---

Excédant . . 37,877 . 2,9

---

Le mois de juillet a été abondant en pluie, et la pluie a été fréquente.

CARACTÈRE DU TEMPS. — Le ciel a été généralement clair dans la première décade; nuageux dans la seconde, et très nuageux ou couvert dans la troisième décade.

ORAGES. — de 8 h. à 10 h. du soir violent orage sur la ville; de 6 h. à 7 h. du soir orage avec grêle sur la ville; à 4 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> h. du soir le 15; le 16 à 5 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> h. du soir; le 16 tonnerre et éclairs dans la soirée; le 17 à 2 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> h. orage à l'Est; le 18 tonnerre; le 19 éclairs au Sud; le 20 temps orageux toute la journée; le 24 tonnerre et forte pluie à 2 h. du matin; le 27 éclairs à l'Ouest; le 29 tonnerre au SE après midi. En somme temps orageux et pluvieux pendant la majeure partie du mois.

---

**AOÛT 1874.**

TEMPÉRATURE. — Moyenne observée . . . . . 17,53

Id. corrigée . . . . . 17,10

Moyenne normale . . . . . 16,88

Excédant, degrés centésim. 0,22

Variation de la température moyenne diurne :

|                            | Maximum.   | Minimum.   | Différence. |
|----------------------------|------------|------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 22,6 le 3  | 13,8 le 9  | 8,8         |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | 18,5 le 12 | 13,4 le 15 | 5,1         |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | 18,2 le 24 | 14,2 le 29 | 4,0         |

Plus grande variation: 22,6 — 13,4 = 9,2 degrés centésimaux.

La température moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale, *deux* fois seulement pendant la première décade les 9 et 10; *deux* fois dans la seconde décade les 15 et 19; du 25 au 31, *sept* fois pendant la troisième décade; en tout *onze* fois pendant le mois.

La température a été sensiblement normale, mais il y a eu un refroidissement très sensible du 3 au 9. La moyenne normale a été atteinte les 6, 16 et 31; en tout *trois* fois.

La plus forte température aux heures d'observation a été notée 25,1 le 3 à 1 h.; la plus faible 12,0 le 15 à 9 h. du soir.

PRESSION DE L'AIR. — Moyenne observée . . . 718,42

Id. corrigée . . . 718,31

Moyenne normale . . . 718,99

Déficit, millimètre . . . 0,68

Le déficit a été à peu près le même qu'en Juillet.

Variation de la pression moyenne diurne :

|                            | Maximum.    | Minimum.    | Différence. |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 719,1 le 9  | 715,5 le 3  | 3,6         |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | 721,7 le 18 | 714,7 le 14 | 7,0         |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | 721,7 le 31 | 716,3 le 27 | 5,4         |

Plus grande variation :  $721,7 - 714,7 = 7,0$  millimètr.

La pression moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale pendant toute la première décade sauf le 9 ; les *quatre* premiers jours de la seconde décade ; du 25 au 29 ; en tout *cinq* fois pendant la troisième décade ; soit pendant le mois entier *dix-huit* fois.

La pression la plus élevée a été notée aux heures d'observation 722,7 à 9 h. du soir le 18 ; la plus basse 712,7 le 14 à 1 h. de l'après-midi.

HUMIDITÉ RELATIVE. — Moyenne observée 69,9<sup>pr</sup> cent.

Elle est à un dixième près la même que celle de Juillet.

Variation de l'humidité moyenne diurne :

|                            | Maximum. | Minimum             | Différence. |
|----------------------------|----------|---------------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 85 le 6  | 64 les 1 et 5       | 21          |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | 84 le 14 | 56 le 20            | 28          |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | 88 le 29 | 57 les 21, 24 et 26 | 31          |

Plus grande variation :  $88 - 56 = 32$ . Variation moyenne 17.

L'humidité moyenne diurne a été inférieure à la moyenne mensuelle les 1, 4, 5 de la première décade ; les 11, 12, 13, 16, 19 et 20 de la seconde décade ; du 21 au 26 de la 3<sup>me</sup> décade ; en tout pendant le mois *quinze* fois.

La plus forte humidité aux heures d'observation a été notée 91 le 29 à 7 h. du matin; la plus faible a été notée 39 le 24 à 1 h. de l'après-midi.

CLARTÉ MOYENNE DU CIEL. — Moyenne observée 4,8.

Le ciel n'a été noté comme entièrement couvert que les 8, 10 et 28; en tout *trois* fois.

La clarté a été indiquée par un nombre inférieur à la moyenne les 1, 2, 3, 7 de la première décade; les 12, 16, 17, 19 et 20 de la seconde; les 21, 22, 23, 24, 26, 27 et 31 de la troisième décade; en tout *seize* fois comme au mois de Juillet.

VENT DOMINANT. — N NE E SE S SO O NO  
3 9 zéro 3 zéro 11 zéro zéro

Le vent prédominant aux heures d'observation a été le Sud-Ouest.

Fréquence en tant pour cent. —

|   |    |   |    |   |    |   |      |
|---|----|---|----|---|----|---|------|
| N | NE | E | SE | S | SO | O | NO   |
| 9 | 31 | 5 | 14 | 9 | 30 | 2 | zéro |

Calme 18 fois sur cent.

Direction moyenne du vent. — Est 34°2' Sud, ou azimuth du Nord en passant par l'Est 124°2'.

Fréquence moyenne du vent : 16,4 pour cent.

Le vent a soufflé assez fortement (intensité 3) du NE les 16, 17, 18, 19, 23, 24 et 26, en tout *sept* fois; fortement du NE les 19 et 22; fortement du N le 21.

# 22 SÉP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 433

| EAU TOMBÉE. —                | Hauteur.     | Nombre de fois. | Date.             |
|------------------------------|--------------|-----------------|-------------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . | 15,750 . . . | 4 . . .         | les 6, 8, 9, 10.  |
| 2 <sup>me</sup> » . . .      | 39,125 . . . | 3 . . .         | les 11, 14 et 15. |
| 3 <sup>me</sup> » . . .      | 21,750 . . . | 1 . . .         | le 29.            |

Total, millimètr. 76,625 . . . 8

Total normal . 97,118 . . 12,4

Déficit . . . 20,493 . . . 4,4

Le mois d'Août a été relativement sec.

CARACTÈRE DU TEMPS. — Le ciel n'a été clair qu'une fois dans la première décade; six fois dans la seconde et cinq fois dans la troisième; en tout dans le mois 12 fois. Ciel généralement nuageux.

ORAGES. — Pendant la nuit du 11 au 12; le 14 orage violent de 3 1/2 h. à 4 h., grêle à Lausanne blanchissant le sol, gros grêlons; à 9 h. second orage, le 25 halo de 11 h. à midi et le 30 à 10 1/2 h. — Le 29 tonnerre au Sud, fort coup à 8 h. 25 m., et pluie abondante.

Le tableau ci-dessous résume les principaux faits météorologiques de l'Été.



## ÉTÉ DE L'ANNÉE MÉTÉOROLOGIQUE 1874.

| MOIS             | Température.<br>Degrés centés. | Pression de<br>l'air.<br>Millimètres. | Humidité<br>relative.<br>Pour cent.                                                                                                                                          | Clarté du<br>ciel. | Direction du<br>vent.<br>Sur 100 vents | Fréquence<br>du vent<br>pour cent. | Vent<br>dominant<br>pour cent. | Hauteur d'eau<br>tombée.<br>Millimètres. | Nombre de<br>jours de chute<br>d'eau. |
|------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| Juin . . . .     | 18,05                          | 719,05                                | 66,2                                                                                                                                                                         | 6,2                | N 84° 16 E                             | 31,2                               | NE 36                          | 95,000                                   | 14                                    |
| Juillet . . . .  | 21,07                          | 718,46                                | 69,8                                                                                                                                                                         | 5,4                | N 49° 52 E                             | 56,9                               | NE 57                          | 121,275                                  | 14                                    |
| Août . . . .     | 17,10                          | 718,31                                | 69,9                                                                                                                                                                         | 4,8                | E 34° 02 N                             | 16,4                               | NE 31                          | 76,625                                   | 8                                     |
| Moyennes . . .   | 18,74                          | 718,61                                | 68,6                                                                                                                                                                         | 5,5                | N 70° 9 E                              | 31,1                               | NE 41                          | 292,900                                  | 36                                    |
| Normales . . .   | 16,79                          | 718,83                                | La température a été assez élevée ; la pression à peu près normale.<br>Le nombre de jours de chute d'eau et la quantité de pluie sont peu différentes des moyennes normales. |                    |                                        |                                    |                                |                                          | 36,9                                  |
| Différences. . . | + 1,95                         | — 0,22                                |                                                                                                                                                                              |                    |                                        |                                    |                                |                                          | — 0,9                                 |

# PROCES-VERBAUX.

---

## SÉANCE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE

du 7 Mars 1874, au Musée Industriel.

Présidence de M. CUÉNOUD, président.

Secrétaire : M. le D<sup>r</sup> LARGUIER.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté. M. le Président communique la liste des ouvrages reçus.

L'ordre du jour amène la discussion de la proposition faite par M. Cauderay à la séance du 10 janvier.

M. le Président annonce que le comité a préavisé en faveur de la transformation en séances du soir des deuxièmes séances des mois de mars, avril, mai et novembre 1874.

Après une courte discussion, à laquelle prennent part MM. Roux, Fraisse, Lochmann et Renevier, la majorité de l'assemblée vote dans le sens du préavis, et décide en outre que ces séances du soir auront lieu le mercredi au Musée industriel.

Il est procédé ensuite à la lecture du projet suivant présenté par le comité pour le budget de 1874.

| RECETTES.               |                | DÉPENSES.              |                |
|-------------------------|----------------|------------------------|----------------|
| Contributions . . . fr. | 2200           | Bulletin . . . . . fr. | 3700           |
| Entrées . . . . . »     | 50             | Bibliothèque . . . »   | 1300           |
| Loyers à recevoir . . » | 950            | Administration . . »   | 400            |
| Tirages à part . . . »  | 150            | Loyer . . . . . »      | 1200           |
| Intérêts . . . . . »    | 3850           | Etude du Léman . . »   | 200            |
|                         |                | Observ. météorol. »    | 300            |
|                         |                | Mobilier . . . . . »   | 100            |
|                         | <hr/> fr. 7200 |                        | <hr/> fr. 7200 |

Le projet est adopté dans son ensemble.

M. le Président annonce que le comité ne se croyant pas autorisé à engager l'avenir de la Société, a décidé de faire voter par celle-ci l'achat des ouvrages périodiques demandés par les membres dans le registre déposé sur le bureau.

Le comité propose en outre de ne pas séparer les ouvrages formant la bibliothèque de Rumine de ceux de la bibliothèque générale, mais de les revêtir d'une estampille particulière qui rappelle la mémoire du donateur.

Cette proposition, appuyée par M. F.-A. Forel, prof., est adoptée.

#### COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES.

M. SCHNETZLER, prof., montre une copie d'un dessin gravé sur un fragment de côte de renne, très bien exécuté et représentant un renne broutant. Ce fragment d'os a été trouvé dans une caverne découverte en janvier à Thäingen (Schaffhouse), à quelque pieds au-dessus du fond du vallon où passe le chemin de fer.

Le sol de cette caverne a fourni, dans ses diverses cou-

ches, un grand nombre de lamelles de silex, des ossements provenant du mammoth, du bos primigenius, du renne, de l'élan, du cerf et de l'ours des cavernes.

M. Forel pense que cette gravure est la plus belle que l'on connaisse de l'époque du renne. Il donne ensuite quelques renseignements sur les diverses manifestations artistiques des différents âges préhistoriques.

M. RENEVIER, prof., signale à la Société, dans le n° 117 du *Quarterly Journal*, un article de M. Dunn, sur le gisement des diamants au sud de l'Afrique. L'auteur y indique quatre sortes de gisements :

1° Dans leur gangue primitive, sorte de schiste plus ou moins cristallin et plus ou moins en décomposition (dry diggings). Les diamants de cette origine sont moins beaux et ont moins de valeur que ceux d'alluvion.

2° Dans les alluvions anciennes de la rivière Waal, qui se trouvent à un niveau plus élevé que son cours actuel.

3° Dans les alluvions modernes de la même rivière, au fond de l'encaissement où se trouve son cours actuel. C'est dans un gisement de cette catégorie qu'on a rencontré le plus gros diamant africain, lequel pesait 288 carats.

4° Enfin, on a aussi trouvé quelques diamants dans un conglomérat d'origine glaciaire, répandu dans tout le nord de la Colonie du Cap, le long du cours du fleuve Orange. Ici ils sont rares, et ne peuvent donner lieu à une recherche régulière.

M. Renevier présente ensuite le tableau de la période carbonique, sur lequel il a donné quelques explications dans la séance précédente.

M. Renevier donne quelques détails sur la mort de L.

Agassiz, d'après le n° de janvier du *American Journal of Sciences and Arts*.

M. Renevier signale, d'après ce même n° de journal, une découverte très intéressante qui vient d'être faite tout récemment près de Cincinnati (Ohio); celle d'une plante terrestre dans le silurien inférieur! En Amérique, on n'avait trouvé jusqu'ici aucune plante terrestre dans le silurien; les plus anciennes étaient dévoniennes. En Angleterre, on en avait trouvé depuis quelques années dans le Boneted du Ludlow, partie tout à fait supérieure du silurien. C'étaient là les plus anciens vestiges d'une végétation terrestre sur notre globe. La découverte actuelle paraît bien authentique; elle a été vérifiée et signalée par notre compatriote, M. Léo Lesquereux, observateur très consciencieux. Cet habile botaniste et paléophytologiste la donne comme certaine, soit au point de vue du gisement, qui appartient à la base du Cincinnati-group (Landelien), soit au point de vue de la détermination de l'échantillon, qu'il considère comme une tige de *sigillaria*.

M. Renevier montre enfin des planches représentant les mâchoires et divers ossements de nos *Anthracotherium* de Rochette, ainsi que la restauration du squelette entier de l'animal, telle qu'a pu la faire M. Kōwalevsky.

M. FOREL, prof., demande l'insertion au procès-verbal des faits suivants, qui feront l'objet de mémoires spéciaux dans les études du Léman.

1° M. le prof. Lebert, de Breslau, a décrit une nouvelle espèce d'*arachnide*.

2° M. Risler, à Nyon, a fait l'analyse chimique des couches profondes du lac.

3° M. Forel a découvert une nouvelle espèce de *limnée*.

4<sup>o</sup> M. le Dr Duplessis a découvert et décrit une nouvelle espèce de *vortex* (Voir aux mémoires du n<sup>o</sup> 72).

M. Forel expose la suite de ses recherches sur la faune profonde des lacs de Neuchâtel, Zurich, Constance (Bodensee et Untersee) et les compare à la faune du Léman. (V. aux mémoires du n<sup>o</sup> 72.)

M. EUG. DELESSERT donne la description d'un bolide, qu'il a observé le 5 mars 1874, à 8 h. 15 m, du soir. Cet astre, dont la clarté était un peu voilée par la brume, est apparu au-dessous d'Orion, et a parcouru très lentement (une minute) et parallèlement à l'horizon l'espace qui sépare le Salève de la Dent d'Oche. La chute a été suivie d'une détonation assez forte.

M. L. DUFOUR a observé également, le même jour, à 11 h. un quart, un autre bolide, se mouvant sur un espace de 15 à 20° dans la direction du S.-E.

---

#### SÉANCE DU 25 MARS 1874

Présidence de M. RENEVIER, vice-président.

M. le Secrétaire étant malade, la lecture du procès-verbal de la précédente séance aura lieu dans une prochaine séance.

Il est donné connaissance de la liste des ouvrages reçus pendant la dernière quinzaine.

M. RENEVIER, prof., rappelle qu'il avait été question, il y a quelques mois, de la création d'un jardin botanique à Lausanne; il pense que le moment serait venu

de nommer une commission chargée d'intéresser le public à cette création et peut-être aussi de demander au Conseil d'Etat de vouloir bien hâter l'organisation du jardin.

M. BIELER informe la Société qu'une commission, composée de MM. Schnetzler, Borgeaud et Pittet, doit s'occuper très prochainement du transport, à Lausanne, des plantes léguées par M. de Buren de Vaumarcus, et que les plantes seront déposées au jardin du Champ-de-l'Air, la position de ce jardin étant, sous beaucoup de rapports, favorable au but que l'on se propose.

La motion de M. Renevier étant approuvée par l'assemblée est renvoyée au Comité.

M. L. DUFOUR, prof., continue la communication de ses études sur la diffusion des gaz à travers des parois poreuses et en particulier entre deux masses d'air à des états hygrométriques différents.

(Voir aux mémoires du n° 72.)

M. RENEVIER présente un exemplaire complet de son tableau des étages géologiques, sur lequel il donne quelques renseignements.

---

#### SÉANCE DU 4 AVRIL 1874

au Musée Industriel.

Présidence de M. CUÉNOUD, président.

M. le Secrétaire étant absent, il n'est pas fait lecture du procès-verbal de la dernière séance.

M. le Président indique les ouvrages reçus et déposés sur le bureau.

*Communications scientifiques.*

M. CH. DUFOUR, professeur à Morges, donne une démonstration mathématique déterminant la forme de l'image réfléchie à la surface du lac par les objets lointains et permettant de la distinguer de l'image produite par le phénomène du mirage.

(Voir aux mémoires.)

M. le Dr MARC DUFOUR a observé près de Marseille, sur une mer calme, l'image réfléchie du soleil sous la forme d'une ellipse transversale.

M. L. DUFOUR, prof., continue l'exposition de ses expériences sur la diffusion des gaz.

(Voir aux mémoires du n° 72.)

M. le Dr ED. BUGNION donne quelques détails sur le système nerveux du *Proteus anguinus*. Il a reconnu les nerfs optiques avec une parfaite certitude. On les voit à la loupe comme deux filets extrêmement grêles qui naissent par un renflement conique de la surface inférieure du cerveau, à l'endroit où les pédoncules pénètrent dans les hémisphères. Ils se dirigent en dehors presque transversalement, traversent la paroi du crâne avec l'artère ophtalmique et cheminent avec le vaisseau le long de la première branche du jumeau. Ils n'ont que 0<sup>mm</sup>,035 à 0,045 d'épaisseur, mais présentent néanmoins un petit faisceau de tubes nerveux bien distincts et une double gaine rétrécie de distance en distance. C'est donc à tort que M. Longet affirme, dans son *Traité de physiologie*, en traitant des fonctions des tubercules bigéminés (vol. III),



que le protée est dépourvu de nerfs optiques. Schreiber, le plus ancien naturaliste qui ait publié une bonne description de cet amphibie (*Phil. Transactions*, 1801), remarqua déjà, en détachant l'œil de la peau, qu'un filament très délié y restait appendu et que ce devait être le nerf optique. Il est d'ailleurs facile de se convaincre que le protée a des impressions lumineuses ; il sait fort bien trouver les endroits les plus obscurs de l'aquarium, et entre dans une grande agitation quand on l'expose au soleil. Ainsi encore, bien que très friand de larves de cousins (*Chironomus*), il ne se décide à les manger que si l'on place le bocal à l'obscurité. Les muscles de l'œil, dont les auteurs ont aussi nié la présence, n'en existent pas moins. M. Bugnion en a vu trois et suppose qu'il y en a quatre pour chaque œil. Ils se composent d'un petit nombre de fibres primitives nettement striées et paraissent s'attacher à la gaine de la branche du trijumeau qui passe au dedans du bulbe.

La muqueuse du palais, qui porte un grand nombre de boutons gustatifs semblables à ceux de la langue, ne reçoit pas de rameaux du glossopharyngien, mais une grosse branche du facial (*Ramus palatinus*, Fischer). Le facial paraît donc pouvoir transmettre au cerveau des impressions gustatives. Il est vrai que le glossopharyngien s'anastomose avec lui par un filet très grêle qui contourne la capsule auditive (*R. communicans*). M. Bugnion a indiqué dans son mémoire que les organes sensitifs de la peau sont fournis par le trijumeau, le facial et le pneumogastrique. Celui-ci est réuni à son origine avec le glossopharyngien ; le ganglion du facial a une forte connexion avec celui du trijumeau. Ces anastomoses considérables qui unissent entre eux les nerfs des Amphibies et des

Poissons sont peut-être en rapport avec le système des organes sensitifs de l'épiderme ; elles serviraient à conduire à un centre unique du cerveau des sensations de même nature. De même que les dents paraissent être des vestiges des plaques cornées que revêtent la peau extérieure et la cavité buccale de certains poissons (Gegenbaur), on peut supposer que les boutons gustatifs se trouvaient répandus sur toute la surface du corps chez les ancêtres (aquatiques) des vertébrés. A l'époque où ceux-ci quittèrent le sein des eaux, ces organes auraient disparu de la peau externe pour se localiser à l'entrée du tube digestif. L'analogie de structure entre les organes sensitifs de l'épiderme et les boutons gustatifs permet au moins de supposer qu'ils ont une origine commune. Leurs fonctions peuvent s'être différenciées plus tard en vue de buts spéciaux.

M. F. FOREL, prof., expose sa méthode de recherche des animaux dans le fond du lac.

Il démontre ensuite, à l'aide d'échantillons de sa collection, la nature du limon dans différentes régions du lac Léman, à différentes profondeurs et dans différents lacs suisses.

Il montre enfin la stratification normale du limon.

(Voir aux mémoires du n<sup>o</sup> 72.)

M. FRAISSE donne quelques détails sur une fort belle empreinte de feuille de palmier qu'il a observée sur un bloc de molasse dure du Rheinthal, destiné à la construction des digues du fleuve.

M. J. MARGUET annonce que l'observatoire météorologique de l'Asile des aveugles est maintenant en pleine activité.

M. L. DUFOUR, prof., signale le fait que, depuis le 1<sup>er</sup> décembre 1873, il s'est évaporé autant d'eau à son appareil siccimétrique qu'il en est tombé. Cette proportion est excessive pour la partie la plus froide de l'année.

M. BRÉLAZ se demande si l'eau tombée ne peut pas avoir pénétré dans les fissures produites dans la terre par la sécheresse et échappé ainsi à l'évaporation.

M. FOREL. Le lac, extraordinairement bas maintenant, indique qu'il est tombé une minime quantité d'eau.

---

#### SÉANCE DU 22 AVRIL 1874

au Musée Industriel.

Présidence de M. CUÉNOUD, président.

Secrétaire : M. le D<sup>r</sup> LARGUIER.

Le procès-verbal de la séance du 4 avril est lu et adopté.

M. le Président donne la liste des publications déposées sur le bureau.

#### *Communications scientifiques.*

M. le Professeur RENEVIER communique quelques observations qu'il a faites, avec M. Ch. Bertholet, d'Aigle, sur les sables du Rhône en Valais :

1<sup>o</sup> L'action des vents sur ces sables fins est très puissante. Nous avons vu ces sables enlevés par les vents et chassés jusqu'en haut du Roc de Folliatère, à l'angle du

Rhône, et avons constaté au pied des dits rochers une colline de sable de deux à trois mètres de hauteur, formée uniquement par l'accumulation du sable.

2<sup>o</sup> Les surfaces de sable sec sont partout ondulées en lignes parallèles comme les limons sous-lacustres des bords du Léman. Cette ondulation ne peut avoir été produite que par le vent, car nous l'avons remarquée dans des endroits parfaitement hors d'atteinte des eaux, et au contraire les sables humides n'en présentaient aucune trace, à l'exception de quelques ondulations plus fortes, et d'une autre forme, dans de petits caux latéraux, sur les points où l'eau avait un fort courant.

Cette observation prouve que les *Ripple-marks* (Wellenschläge) que l'on observe si souvent dans nos couches de molasse ne sont pas nécessairement attribuables au mouvement de l'eau, mais qu'elles pourraient peut-être, dans certains cas, avoir été produites par les vents agissant sur des surfaces de sable fin.

3<sup>o</sup> Sur ces mêmes surfaces de sable fin des bords du Rhône, près du pont du chemin de Saillon, nous avons vu toutes sortes de traces d'animaux, rappelant les *empreintes physiologiques* qu'on cite fréquemment en géologie.

a) Des traces continues, formées d'un petit bourrelet saillant, finement ondulé en festons et se prolongeant en lignes arquées sur d'assez grandes longueurs. L'un de ces bourrelets festonnés se terminait par un petit entonnoir, comme ceux que fabriquent les fourmis-lions. Je possède des échantillons de molasse fine dont la surface est couverte de traces festonnées semblables, mais plus petites.

b) Des traces continues multiples, accompagnées de séries latérales de points. Il serait intéressant de pouvoir constater par quels vers ou insectes sont produites ces traces.

c) Des traces discontinues ou empreintes de pas de divers animaux. Nous avons pu prendre sur le fait un tout jeune crapaud, et constater qu'il était l'auteur d'une de ces séries de pas.

Il serait bien intéressant, au point de vue géologique, de pouvoir dessiner exactement (ou photographier) ces diverses sortes de traces et définir à quels animaux chacune d'elles est due. Il faudrait pour cela demeurer à proximité des bords du Rhône et pouvoir faire des observations à différentes heures du jour.

M. le professeur L. DUFOUR continue l'exposé de ses recherches sur la diffusion des gaz.

(Voir aux mémoires du n° 72.)

M. le professeur SCHNETZLER donne quelques détails sur la *Vaucheria clavata* D. C. (Ectrosperme de Vaucher), algue unicellulaire des fossés de Dorigny. Il décrit la formation de la spore, asexuée à sa partie supérieure, et rend compte de la manière dont elle s'échappe de la plante, ainsi que *Unger* l'avait déjà observé en 1841. M. Schnetzler a pu se rendre compte de la germination de la spore, et il a recueilli un fait nouveau et intéressant. Dans l'intérieur d'individus déjà vieux, il a vu de petites masses plasmatiques, animées d'un mouvement irrégulier; ces masses s'échappent de l'algue mère par de petites ouvertures et conservent ensuite leur vitalité dans l'eau pendant plus d'une demi-heure.

M. E. RENEVIER, prof., parle de la source thermique de Lavey, qui jaillit au fond d'un puits de 55 mètres de profondeur, d'une crevasse du roc en place.

M. Delaharpe père a donné dans notre Bulletin (V. p. 309) des détails sur le fonçage de ce puits en 1856-57, d'après les notes de M. le Dr Cossy. Dans ce travail, la roche en place d'où jaillit la source est nommée *gneiss*, mais c'est une erreur. C'est une roche métamorphique, parfaitement stratifiée, ainsi qu'on peut l'observer un peu plus loin sur la route de Morcles, au pied de la cascade de Pisse-Chèvre, et plongeant fortement contre la Dent-de-Morcles. On y voit des alternances de quartzite gris plus ou moins feldspathique, avec des bancs plus schisteux, verdâtres, plus ou moins chargés de talc ou même de mica.

Il est aussi question d'une sorte de caverne ou chambre latérale au puits, dont le sol était formé du même roc en place, et le toit de *calcaire*. Il résulte de renseignements obtenus du vieux Dallex, de Lavey, qui a conduit les travaux de fonçage du puits, et qui seul, avec un autre ouvrier, a pénétré dans cette caverne, qu'au-dessus de leur tête ils avaient, non pas du roc en place continu, mais d'énormes blocs entremêlés d'argile (boue glaciaire). Ce point ne donne pas, comme on l'avait cru, le contact du calcaire avec les roches métamorphiques.

---

#### SÉANCE DU 2 MAI 1874

au Musée Industriel.

Présidence de M. CUÉNOUD, président.

Secrétaire : M. le Dr LARGUIER.

Les procès-verbaux des séances des 25 mars et 22 avril sont lus et adoptés.

*Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. XIII. N° 73.*

28

M. le Président donne la liste des ouvrages reçus et communique une lettre de M. Quételet, faisant part à notre Société de la mort de son père, directeur de l'observatoire de Bruxelles, l'un de nos membres honoraires.

L'ordre du jour amène ensuite la discussion relative au lieu où se tiendra l'assemblée générale de juin prochain. La Société se range au préavis du comité qui propose Lausanne et qui reste chargé des préparatifs de cette assemblée.

*Communications scientifiques.*

M. FOREL, prof., analyse devant la Société les résultats de l'enquête faite par ordre du Département des finances sur la mortalité des perches en 1873. Le rapport de la commission nommée à cet effet, et composée de MM. du Plessis, D<sup>r</sup> Chausson, B. Loup et F. Forel, sera publié in extenso dans le Bulletin. En résumé, cette mortalité reconnaîtrait pour cause, soit l'impureté de l'eau dans certaines eaux voisines des usines et des établissements industriels (c'est l'opinion du D<sup>r</sup> Chausson), soit, comme le pense M. Forel, des influences climatiques particulières au moment du frai du poisson. (Voir aux mémoires.)

A la demande de M. Rapin, M. Forel donne quelques renseignements sur les bactéries qu'il a observées dans le sang des poissons atteints de septicémie.

M. FOREL signale ensuite la ressemblance des phénomènes physiques et physiologiques observés par lui en 1864 dans la grotte des Fées, près Saint-Maurice, avec ceux que présentent les mines de Bretagne étudiées par M. Félix Le Blanc (*Annales de chimie et physique*, 3<sup>e</sup> sér., J. XV, p. 488). Dans les deux localités, la combustion est

fort difficile lorsque l'air ne contient plus que 15 % d'oxygène; lorsqu'il n'en contient plus que 10 %, la respiration devient impossible.

M. Forel a également trouvé une grande analogie entre les troubles nerveux qu'il a ressentis dans la grotte des Fées et ceux observés par M. F. Bert sous la cloche pneumatique; dans les deux cas, il était, par exemple, impossible à l'expérimentateur d'apprécier le nombre des battements du poulx.

M. BIELER donne quelques renseignements sur le Jardin botanique en voie d'établissement sur le domaine du Champ-de-l'Air, à Lausanne. La collection de plantes offertes par M. de Buren, et qui comprend 1,400 espèces, est arrivée au Jardin, où l'on a également fait des semis de plantes fourragères. Une division sera affectée aux plantes officinales pour les élèves de l'Ecole de pharmacie. M. Bieler pense qu'il y aurait lieu d'encourager le public à s'intéresser à cette utile entreprise par des dons de plantes ou d'argent.

M. RAPIN, ancien pasteur, annonce qu'on espère trouver une nouvelle démonstration de la rotation de la terre sur elle-même, en observant le déplacement des raies du spectre solaire. Le spectroscopie employé à cet effet offre deux séries de raies qui produisent une double déviation.

---



SÉANCE DU 20 MAI 1874

au Musée Industriel.

Présidence de M. CUÉNOUD, président.

Secrétaire : M. le D<sup>r</sup> LARGUIER.

La lecture du procès-verbal donne lieu à une observation de M. Dufour, à laquelle il sera fait droit.

M. le Président fait connaître les ouvrages reçus depuis la dernière séance.

*Communications scientifiques.*

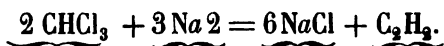
M. le Professeur SCHNETZLER donne quelques détails sur l'accroissement de la hampe florale du Calla.

(Voir aux mémoires.)

M. le Professeur BRUNNER annonce à la Société la présentation ultérieure d'un travail dans lequel il démontrera que tous les acides des fruits se forment par l'oxydation de l'acide glyoxalique.

M. Brunner désire prendre date, relativement au résultat des recherches auxquelles il se livre depuis quelques années, sur la synthèse du dyacotylène.

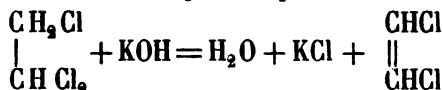
Il est connu que lorsqu'on traite le chloroforme par le sodium, il se forme l'acétylène d'après l'équation :



L'acétylène, à son tour, à une température élevée, se condense en formant le triacétylène (ou benzine). Il est très plausible de supposer que l'acétylène, avant de former le triacétylène se transforme d'abord en diacétylène  $\text{C}_4\text{H}_4$ .

Puisque le chloroforme, qui contient le groupe CH, peut donner le groupe condensé  $C_2H_3$ , on peut supposer que le groupe  $C_2H_2$ , dans une combinaison analogue, se condense en  $C_4H_1$ .

Pour obtenir le groupe  $C_2H_2$ , il a traité l'acétylène par le chlore à la lumière *diffuse*, ce qui donne le bichlorure d'acétylène  $C_2H_2Cl_2$ . En traitant ce dernier de nouveau par le chlore à la lumière *directe* du soleil, on obtient le corps  $C_2H_3Cl_3$  (bichlorure d'éthylène monochloré). En faisant agir sur ce dernier la potasse caustique en solution alcoolique, on obtient d'après l'équation



le corps  $C_2H_2Cl_2$ , soit éthylène bichloré. C'est ce dernier corps qui doit servir à la synthèse du diacétylène.

Les essais préliminaires déjà effectués par M. Brunner ont montré une réaction intense du sodium sur l'éthylène bichloré.

Il se forme, à la température ordinaire, du chlorure de sodium, et il se dégage des vapeurs d'une odeur éthérée agréable (l'acétylène a une odeur très désagréable).

Il n'a point trouvé de benzine parmi les produits formés, et les gaz dégagés, conduits dans la solution ammoniacale de chlorure cuivreux, ont formé un précipité rouge non *explosif*. (L'acétylure de cuivre est explosif.)

Tel est le point où M. Brunner est arrivé aujourd'hui. Il continue son travail, dont les résultats définitifs seront communiqués à la Société; mais, pour diverses raisons, il tenait à faire énoncer qu'il s'occupe de ce sujet, et il désirait indiquer en quelques mots la direction qu'il a donnée à ses recherches.

SÉANCE DU 6 JUIN 1874

au Musée Industriel.

Présidence de M. RENEVIER, vice-président.

Secrétaire : M. le D<sup>r</sup> LARGUIER.

Le procès-verbal de la séance du 20 mai est lu et adopté.

M. le Président donne ensuite la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance et qui sont déposés sur le bureau.

*Communications scientifiques.*

M. RAPIN ajoute quelques détails à sa communication du 20 mai, relative à une nouvelle démonstration du mouvement de rotation de la terre ; il donne ensuite la description abrégée d'une modification apportée dans ce but au spectroscope à reversion par le physicien Zöllner.

M. CH. DUFOUR, professeur à Morges, rappelle qu'il a proposé, en 1868, d'utiliser l'analyse spectrale pour déterminer la distance de quelques étoiles doubles, à condition toutefois que le plan de l'orbite du satellite ne fût pas perpendiculaire à la ligne qui joint ce système à la terre. Le P. Secchi, consulté à ce sujet, admit l'exactitude théorique du procédé ; il objecta seulement la difficulté que l'on éprouvait encore (1868) à distinguer dans les étoiles doubles le spectre du satellite de celui de l'étoile principale. Mais c'était là une objection de détail, probablement destinée à être levée par le perfectionnement du spectroscope et des moyens d'observation ; la communication de M. Rapin montre, en effet, un assez

grand progrès dans la construction et l'emploi du spectroscopie pour faire passer dans la pratique le procédé indiqué par M. Ch. Dufour. (V. *Bull.*, v. X, p. 1.)

M. RENEVIER, prof., met sous les yeux de l'assemblée le résultat d'un travail de plus de vingt années. C'est la carte géologique de la partie sud des Alpes vaudoises, à laquelle est jointe une photographie de la paroi sud-est des Diablerets. Cette carte et le mémoire qui l'accompagne seront publiés par la Commission géologique fédérale ; les couleurs adoptées par M. Renavier sont les mêmes que celles employées par cette Commission.

M. Brélaz, prof., après quelques réflexions sur cette présentation, émet le vœu que M. Renavier publie un ouvrage de géologie *suisse* à la portée de nos écoles.

M. Guillemain fait ressortir l'intérêt qu'aurait également un pareil ouvrage pour les écoles industrielles et agricoles.

M. Roux, pharmacien à Nyon, montre un morceau de grès provenant des environs d'Allinges, en Savoie, et dans les interstices duquel une résine de conifère est venue se solidifier. Ces cailloux résinifères, assez communs à Allinges, donnent une idée de la manière dont s'est formée l'ambre jaune sur les bords de certaines mers.

M. Roux présente ensuite un morceau de bois carbonisé montrant deux couches bien distinctes, l'une extérieure, terne et feuilletée, qu'il croit provenir de l'action du feu sur le bois, l'autre intérieure, compacte, brillante, analogue à la lignite et qui ne peut être attribuée qu'à l'action prolongée de l'eau.

M. GUILLEMIN, ingénieur, donne quelques détails complémentaires à sa communication du 2 juillet 1873 sur les

soulèvements et les dénivellations continentales au bord des mers.

M. RENEVIER ne pense pas que les changements de pression produits par les masses glaciaires australes ou boréales puissent amener autre chose que des mouvements de dénivellation séculaire; pour M. Renevier, les soulèvements de montagnes doivent tenir à d'autres causes, en particulier à la diminution de la partie fluide du globe.

---

SÉANCE GÉNÉRALE ANNUELLE DU 17 JUIN 1874

au Musée Industriel.

Présidence de M. RENEVIER, vice-président.

Secrétaire : M. le D<sup>r</sup> LARGUIER.

Au début de la séance administrative, M. le Président annonce à la Société la perte regrettable qu'elle vient de faire dans la personne de M. le professeur JEAN GAY, ancien recteur de l'Académie et directeur de la Faculté technique, décédé le 16 juin, après une pénible maladie. Cette communication surprend douloureusement l'assistance, et il est décidé que la Société sera représentée au convoi funèbre de notre cher collègue.

Le procès-verbal de la séance du 4 juin est lu et adopté.

M. le Président donne la liste des publications déposées sur le bureau.

*Affaires administratives.*

M. le Secrétaire fait lecture du rapport présenté par le

Comité sur la marche et la situation de la Société pendant l'année 1873.

« Messieurs et chers collègues,

« La grande amélioration survenue dans notre situation matérielle, l'extension que cette augmentation de fortune nous a permis de donner à nos publications, enfin les travaux intéressants et assidus de plusieurs des membres de notre Société la maintiennent dans un état fort prospère. Votre Comité est heureux d'avoir à le constater dans ce premier rapport que les nouveaux règlements l'appellent à vous présenter.

« Le nombre des membres de la Société vaudoise des Sciences naturelles, aujourd'hui de 283, n'a pas sensiblement varié pendant l'année qui va se terminer, et neuf admissions sont venues combler les vides que la mort ou les démissions avaient faits dans notre sein. Parmi les dernières, nous mentionnerons avec regret celle d'un de nos plus anciens membres, M. le Dr Jean Muret, auquel son grand âge ne permet plus de prendre une part active à nos travaux.

« Vous avez, dans l'assemblée générale de juin 1873, conféré à MM. les professeurs Hagenbach, Desor et Alph. Favre le titre de membre honoraire. Dès lors et dans leurs rangs, la Société a eu à déplorer la perte du professeur Aug. de la Rive, de notre compatriote Agassiz, enfin d'Ad. Quételet, directeur de l'Observatoire royal de Bruxelles et secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences de Belgique.

« Cent dix Sociétés scientifiques étrangères et treize Sociétés suisses échangent maintenant leurs publications avec les nôtres ; le Comité espère que l'importance tou-

jours plus considérable du Bulletin nous permettra d'étendre encore le cercle de nos relations.

« Dix-sept séances, dont deux assemblées générales, ont été tenues régulièrement aux jours prévus par le règlement. Parmi les séances ordinaires, les unes ont eu lieu le soir et ont été suivies par un assez grand nombre de membres lausannois; nos collègues du canton pouvaient plus facilement assister aux réunions de jour, qui, par cela même, ont été plus fréquentées.

« Les communications scientifiques ont été nombreuses; les unes, comme celles de MM. L. DUFOUR, sur la diffusion des gaz, FOREL, sur l'exploration du Léman, Dr BUGNON, sur le système nerveux du Protée, RENEVIER, sur la synonymie géologique, étaient le résultat de travaux de longue haleine et sont publiées in extenso dans nos Bulletins; d'autres, en plus grand nombre, également intéressantes, se rattachent à des travaux ou à des observations d'une moindre importance.

« Nous devons une mention spéciale au haut gouvernement fédéral, qui veut bien nous adresser toutes les publications officielles se rapportant au percement du Gothard.

« L'année qui vient de s'écouler a vu s'installer à l'Asile des aveugles notre modeste observatoire météorologique. Cet établissement, dirigé avec dévouement par MM. Marguet et Hirzel, a fait l'objet d'un rapport spécial paru dans le Bulletin de février.

« Rien de particulier n'est à signaler dans les décisions prises par les deux assemblées générales de juin et de décembre; dans cette dernière, vous avez renouvelé votre Comité et nommé des commissaires vérificateurs dont vous entendrez tout à l'heure le rapport.

« Les règlements spéciaux pour le Bulletin, l'administration financière et la Bibliothèque de la Société ont été mis en vigueur dès le commencement de l'année.

« M. L. Dufour, professeur, appelé à la tâche difficile de la rédaction du Bulletin, s'en est acquitté de manière à mériter notre gratitude. Sous son active direction, les numéros 69, 70 et 71 se sont succédé à de courts intervalles. Ces trois fascicules ne comprennent pas moins de 524 pages et sont accompagnés de 7 tableaux, de 8 planches gravées et de 6 planches lithographiées. Un quatrième numéro (n<sup>o</sup> 72), fort de plus de 300 pages, paraît aujourd'hui même.

« Un de nos collègues, M. le banquier Dutoit, a bien voulu, sur la demande de votre Comité, se charger de la gestion de nos finances et de la comptabilité générale de la Société.

« Enfin, et c'est certainement le fait le plus important de la vie de notre Société pendant l'année écoulée, la Bibliothèque a été complètement réorganisée. Les généreuses dispositions testamentaires de Gabriel de Rumine nous ont permis de louer un vaste et beau local, dans lequel, grâce à l'activité intelligente de notre collègue M. Mayor, tous nos livres sont maintenant rangés en bon ordre.

« Nous avons fait l'acquisition d'un certain nombre d'ouvrages de prix, dont quelques-uns feront partie de la Bibliothèque de Rumine. Le Comité vous rappelle à cette occasion qu'un registre spécial, sur lequel les membres peuvent inscrire le titre des livres dont ils désirent l'acquisition, est déposé à chaque séance sur le bureau du président.

« Nous nous sommes également enrichis de quelques



ouvrages dus à la générosité de membres ou d'amis de la Société ; citons en particulier M<sup>me</sup> Rieu et M. le professeur Lude, qui nous ont offert, la première, toutes les publications éditées jusqu'à présent par l'Association zoologique du Léman, et le second, la collection complète des quinze premières années des Archives des sciences physiques et naturelles de Genève.

« La Bibliothèque est ouverte deux fois par semaine, et un salon de lecture, convenablement meublé, est à la disposition des membres qui ont des recherches à faire ou des ouvrages à consulter.

Pour le Comité,

*Le Secrétaire : D<sup>r</sup> LARGUIER.*

M. le Caissier donne ensuite le résumé des comptes pendant le même exercice, ainsi qu'un exposé de la situation financière à ce jour.

(Voir page 459.)

Enfin, M. le Vice-Président présente, au nom de MM. les commissaires-vérificateurs, le rapport sur les comptes de 1873 et sur l'état de la bibliothèque :

*Rapport à l'assemblée générale de la Société vaudoise des Sciences naturelles présenté par la Commission chargée d'examiner les comptes du Caissier pour l'exercice de 1873.*

Monsieur le Président et Messieurs,

« La Commission, composée de MM. BRIATTE, ROCHAT et J. MARGUET, s'est réunie au domicile de M. le Caissier Dutoit, le 3 juin 1874, à 9 heures et demie du matin.

« Les différents livres de la comptabilité, ainsi que les diverses pièces justificatives, lui ont été soumis, et elle a

## SITUATION DE LA CAISSE AU 16 JUIN 1874.

|                                                          | Francs | Cent. | Francs | Cent.     |
|----------------------------------------------------------|--------|-------|--------|-----------|
| Solde au 1 <sup>er</sup> Janvier . . . . .               | 148    | 50    |        |           |
| Reçu par compte-courant. . . . .                         | 600    | —     |        |           |
| Contributions d'entrée. . . . .                          | 45     | —     |        |           |
| Contributions annuelles . . . . .                        | 2144   | —     |        |           |
| Tirages à part . . . . .                                 | 152    | 70    |        |           |
| Intérêts perçus . . . . .                                | 810    | 90    |        |           |
| Bulletins vendus . . . . .                               | 16     | 35    |        |           |
| Dépenses pour le Bulletin . . . . .                      | .      | .     | 10     | —         |
| Id. pour la Bibliothèque . . . . .                       | .      | .     | 527    | —         |
| Frais d'administration . . . . .                         | .      | .     | 128    | 90        |
| Loyer (600-425) . . . . .                                | .      | .     | 175    | —         |
| Mobilier . . . . .                                       | .      | .     | 137    | —         |
| Liquidation de l'exercice 1873 . . . . .                 | .      | .     | 2430   | 65        |
| Solde en caisse . . . . .                                | .      | .     | 508    | 90        |
| En compte-courant au 1 <sup>er</sup> Janvier fr. 2452.65 | 3917   | 45    | 3917   | 45        |
| Solde débiteur à ce jour . . . . .                       |        |       |        |           |
|                                                          |        |       |        | fr. 600.— |

trouvé la tenue de ces livres correcte et convenable en tous points.

« Le bilan et le relevé du compte général annexés à ce rapport dispensent la Commission d'entrer dans les détails de la gestion financière. Elle se contente de constater, pour l'année écoulée, un déficit de 741 fr. 80, qui se réduit à environ 300 fr. (299 fr. 30), si l'on veut bien considérer que la somme de 442 fr. 50, dépensée pour achat de mobilier, est une dépense qui ne se renouvelera plus et qui constitue un certain avoir en faveur de la Société.

« La Commission a reconnu, au moyen des récépissés fournis par la Banque cantonale, la réalité des titres qui représentent le capital dû à la générosité de M. de RUMINE.

« La valeur nominale des sept obligations Ouest-Suisse 1854 n'étant pas indiquée sur le récépissé, il n'est pas possible d'assigner la variation qu'elles ont subie; elles monteraient, d'après le bilan, à la valeur actuelle de 425 fr. chacune. Leur valeur nominale est probablement de 500 fr.

|                                            |               |
|--------------------------------------------|---------------|
| « L'actif au 31 décembre 1873 était de Fr. | 82,351.70     |
| et il restait à payer alors . . . .        | 2,430.65      |
| d'où une fortune liquide de . . . .        | Fr. 79,921.05 |

« Après avoir fait le contrôle des comptes et des livres de M. le Caissier, la Commission, réduite à deux membres, par suite du départ de M. Rochat, appelé à Ouchy pour affaires de la Société des bateaux à vapeur, s'est rendue, place de la Palud, dans la maison de la Société de consommation, pour inspecter la Bibliothèque,

installée au second étage et confiée aux soins de M. MAYOR.

« Le local affecté à la Bibliothèque est composé d'une grande pièce, renfermant les rayons où sont déposés les livres, et d'un cabinet destiné aux lecteurs et aux publications périodiques. La grande salle a un panneau occupé par les ouvrages de la Société vaudoise de médecine.

« Ce local est fort convenablement éclairé, meublé et aménagé pour satisfaire à sa destination.

« L'ordre qui y règne atteste la vigilance, l'assiduité et le zèle de M. le Bibliothécaire.

« La Commission n'a pas fait d'inventaire, mais elle s'est assurée que tout est organisé en vue de la célérité et de la commodité pour la consultation des livres.

« Elle émet le vœu que la bibliothèque soit plus fréquentée et mieux utilisée qu'elle ne l'a été jusqu'à présent par les membres de la Société.

« M. le Bibliothécaire a pris toutes les mesures de nature à garantir la conservation des ouvrages et à faciliter leur circulation. Ainsi il tient à jour :

« 1<sup>o</sup> Un journal d'inscription des livres nouveaux ;

« 2<sup>o</sup> Un livre de sortie et de rentrée des ouvrages en lecture au dehors ;

« 3<sup>o</sup> Un livre présentant l'état des publications périodiques, où l'on trouve, par ordre alphabétique de pays et de villes d'un même pays, les imprimés qui s'y publient dans le domaine des sciences naturelles.

« On y trouve aussi l'indication des ouvrages reçus ou à recevoir.

« 4<sup>o</sup> Un registre d'inscriptions pour propositions d'achats de livres, registre qui est à la disposition des membres de la Société.

« En terminant son rapport, la Commission a l'honneur de vous proposer, Monsieur le Président et Messieurs, d'approuver les comptes du Caissier et la tenue de la Bibliothèque. Elle vous prie aussi de voter des remerciements aux deux honorables membres chargés des services qu'elle a eu pour mission de contrôler.

« Au nom de la Commission,

*Le Rapporteur :*

« (Signé) J. MARGUET. »

Lausanne, 17 Juin 1874.

(Voir pages 463 et 464.)

Les conclusions de ce rapport sont adoptées par l'assemblée, qui approuve également les comptes du Caissier et la gestion du Comité pendant l'année écoulée.

Sur la proposition du Comité, la finance d'entrée et la contribution annuelle sont maintenues aux mêmes chiffres que précédemment.

L'ordre du jour amènerait la nomination de deux membres honoraires, mais aucune présentation n'ayant été faite au Comité, ces nominations sont renvoyées à une prochaine assemblée générale.

A ce sujet, M. Roux voudrait qu'on fit exception au règlement en faveur de M. Jean Muret. Après une discussion à laquelle prennent part MM. Kürsteiner, Leresche, Lommel, Renevier, Brélaz et Dufour docteur, la Société adopte à une grande majorité la proposition suivante, faite par MM. le docteur Dufour et Brélaz, et dont l'exécution est laissée au Comité :

« La Société, tout en regrettant que ses règlements ne lui permettent pas de conférer à M. Muret un titre auquel ses travaux et ses mérites lui donneraient droit, le prie de

## Relevé du Compte-général de 1873.

| D O I T                                                |          | A V O I R                                        |          |
|--------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------|----------|
| Bulletin, impression et expédition                     | 3,844 65 | Contributions d'entrée perçues                   | »        |
| Bibliothèque, dépenses de l'année                      | 725 30   | dans l'année. . . . .                            | 85       |
| Administration id.                                     | 537 90   | Contributions annuelles perçues                  | »        |
| <i>Dépenses extraordinaires.</i>                       |          | dans l'année. . . . .                            | 2,288    |
| Souscription au monument Liebig                        | 30       | Finances supplémentaires . . . .                 | 128      |
| Observatoire météorologique . .                        | 460 70   | Bulletins vendus dans l'année . .                | 44 05    |
| Etudes du lac Léman . . . . .                          | 300      | Tirages à part : remboursements                  | 53       |
| Compte du loyer, 1 <sup>er</sup> semestre .            | 615      | Compte d'intérêts. Perçu d'l'année               | 3,439 20 |
| Réparations, déménagement, dépenses diverses . . . . . | 198      | Compte du loyer. Loyer du bibliothèque . . . . . | 375      |
| Mobilier, achat de meubles . .                         | 442 50   | Solde pour balance                               | 741 80   |
|                                                        | 7,154 05 |                                                  | 7,154 05 |

## SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

*Bilan au 31 décembre 1873.*

| <b>ACTIF</b>                                                  |        |        |        |
|---------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|
| Argent en caisse. . . . .                                     |        | 148    | 50     |
| En compte-courant chez M. A.-L.                               |        | 2,452  | 65     |
| Dutoit. . . . .                                               |        |        |        |
| Titres en portefeuille.                                       |        |        |        |
| 10 obligat. Berne-Lucerne taxées                              | 9,800  | »      |        |
| Cédule Ouest-Suisse, . . »                                    | 5,000  | »      |        |
| 7 oblig. Ouest-Suisse 1854 »                                  | 2,975  | »      |        |
| 5 » » 1871 »                                                  | 1,975  | »      |        |
| 20 délégations sur un acte de<br>revers à fr. 1000 . . . . .  | 20,000 | »      |        |
| 2 actes de revers de fr. 12000 l'un                           | 24,000 | »      | 78,200 |
| 20 obligations de Jougne-Eclépens                             | 5,900  | »      |        |
| 5 » Emprunt hypothécaire<br>de Fribourg                       | 5,050  | »      |        |
| 3 » » Etat de Vaud 68                                         | 1,500  | »      |        |
| 1 » » Hosp. cantonauz                                         | 500    | »      |        |
| 1 cédule Caisse hypothécaire. .                               | 1,500  | »      |        |
| Rate d'intérêt sur les dits . . . .                           |        | 1,550  | 55     |
| Total de l'actif                                              |        | 82,351 | 70     |
| <b>PASSIF</b>                                                 |        |        |        |
| Capital . . . . .                                             |        | 79,921 | 05     |
| Note due à l'imprimeur . . . . .                              | 1,005  | 40     |        |
| — au lithographe . . . . .                                    | 726    | »      |        |
| — p <sup>r</sup> l'observatoire météor.                       | 300    | »      |        |
| — p <sup>r</sup> brochage du bulletin                         | 193    | 40     | 2,430  |
| — au libraire p <sup>r</sup> expédition<br>et ports . . . . . | 205    | 85     | 65     |
| Total du passif                                               |        | 82,351 | 70     |

vouloir bien accepter le Bulletin et assister toutes les fois qu'il lui conviendra aux séances de la Société.

*Communications scientifiques.*

M. CAUDERAY montre une machine magnéto-électrique nouvelle.

M. VIONNET présente un lézard destiné au Musée cantonal et remarquable par sa queue bifurquée. — Il fait voir également quelques objets en argent et en fer trouvés dans une tombe romaine, entre Longirod et Saint-Georges.

M. BRUNNER, prof., communique les résultats de ses expériences sur la formation de certains acides végétaux.  
(Voir aux mémoires.)

M. BAUERNHEINZ, photographe à Lausanne, fait circuler des épreuves photo-lithographiques et des plaques de verre; il donne quelques renseignements sur les procédés employés pour les obtenir.

M. ALOIS HUMBERT, de Genève, rappelle à ce sujet que l'ouvrage d'Alexandre Agassiz sur les Echinodermes contient des planches remarquables dues au même procédé, très recommandable pour les reproductions d'histoire naturelle.

M. L. Dufour, prof., présente, au nom de M. le Professeur MARGUET, le compte-rendu des observations météorologiques faites à l'Asile des aveugles pendant l'hiver dernier.  
(Voir aux mémoires.)

M. L. DUFOUR communique ensuite les observations



siccimétriques qu'il a faites à Lausanne pendant l'année 1873. (Voir aux mémoires.)

M. FOREL, prof., décrit un nouveau genre de *gloire*, phénomène optique observé à la surface du lac. (Voir aux mémoires.)

M. AGUET, de Rome, présente quelques huîtres recueillies dans le pliocène du Monte Mario, dans la campagne romaine.

M. SCHNETZLER, prof., donne lecture de deux notices sur le pollen de l'*Ephedra helvetica* et sur un champignon du genre *Peziza*. (Voir aux mémoires.)

M. GAUDERAY lit une note sur les courants électriques produits pendant l'accomplissement de certaines fonctions physiologiques.

M. GUILLEMIN donne quelques renseignements sur les résultats qu'il a obtenus dans la fabrication du vin.

M. S. CHAVANNES fait part d'une observation apportant une nouvelle preuve à l'origine métamorphique du gypse et de la corgneule. Il indique où l'on peut voir des gisements de gypse provenant manifestement du flisch, et tout auprès un gisement de corgneule se rattachant également aux terrains tertiaires.

M. H. de SAUSSURE, de Genève, termine la séance par quelques détails fort intéressants sur un orthoptère du pays de Gex, le *Tridactyle*. Cet insecte, qui habite les sables des flots du Rhône, a un genre de vie à la fois aérien, souterrain et aquatique; aussi ses pattes se distinguent-elles par une conformation en rapport avec ces diverses exigences. La paire antérieure rappelle les pattes

des courtilières et destinées à fourir ; la seconde paire est en forme de palettes et sert de nageoires ; enfin les pattes postérieures servent à l'animal à s'élever hors de l'eau et à prendre un point d'appui lorsqu'il veut prendre son vol.

---

## SÉANCE DU 4 JUILLET 1874

au Musée Industriel.

Présidence de M. CUÉNOUD, président.

Secrétaire: M. le D<sup>r</sup> LARGUIER.

Les procès-verbaux de la dernière séance sont lus et adoptés.

MM. ERNEST LEHR, professeur de droit, et HENRY DE BLONAY, sont présentés comme membres de la Société. Le premier est présenté par M. E. Renevier, et le second par M. Bieler.

M. le Président annonce que le Comité a décidé l'achat des ouvrages suivants :

Ad. Wurtz : Dictionnaire de chimie pure et appliquée.

V. Fatio : Faune des vertébrés de la Suisse.

H.-W. Dove : Das Gesetz der Stürme.

Buff : Lehrbuch der physikalischen Mechanik.

C.-W. Thomson : The Depths of the Sea.

Le prix de ces ouvrages sera porté au compte de la bibliothèque de Rumine, crédit de 1874 (art. 39 du règlement général).

M. le Président donne ensuite la liste des livres reçus depuis la dernière séance et déposés sur le bureau.

M. F. FOREL, prof., demande que la Société désigne un de ses membres pour la représenter à l'assemblée de la

Société helvétique des Sciences naturelles, à Coire. Il demande également que le Comité soit chargé d'envoyer à la Société helvétique un rapport sur la marche de notre Société pendant les deux années écoulées.

M. CUÉNOUD répond que le Comité fera droit à ses propositions.

*Communications scientifiques.*

M. FOREL, prof., entretient l'assemblée de la faune et de la flore pélagiques du lac Léman. (V. aux mémoires, n° 72.)

M. FRAISSE n'estime pas que les brises terrestres et marines puissent déplacer les poissons, la vague n'étant pas un mouvement de translation, mais d'ondulations ellipsoïdes.

M. FOREL rend compte de quelques observations qui sembleraient prouver que le vent détermine toujours un courant superficiel.

M. KAMM donne une explication succincte de la marche de la comète maintenant visible à Lausanne.

M. Kamm fait mention d'un phénomène fréquemment observé à Lausanne, un peu avant le crépuscule. Il s'agit d'une radiation simulant le coucher du soleil, et visible cependant à l'opposite de cet astre. Ce phénomène est dû à des colonnes d'ombres projetées par de petits nuages se levant sur la chaîne du Jura ; ces colonnes ombrées se rapprochent sur un point de fuite qui coïncide parfois avec la chaîne des Alpes, s'y étalent en éventail et produisent ainsi l'illusion d'un coucher de soleil du côté du levant.

M. Bieler rappelle qu'un mémoire sur cette question a été publié, il y a une cinquantaine d'années, par M. Neker, dans les Archives de Genève.



## LISTE DES LIVRES REÇUS.

---

Séance du 12 mai 1874.

*Observatoire d'Alger*, direct. M. Bulard. — 1<sup>re</sup> partie : Panorama météorologique du climat d'Alger. Observations météorologiques, 32 tableaux, 1 tabl. graphique. Janvier 1872.

*Department of the interior. U. S.* — Bulletin of the United States geological and geographical Survey of the Territories. N° 1. 1874.

*Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien.* — Verhandlungen. Jahrgang 1873, Bd. XXIII.

ABEL TRANSON. — Réflexions sur l'événement scientifique d'une formule publiée par Wronski en 1812 et démontrée par M. Cayley en 1873.

Séance du 20 mai.

*Physikal. Gesellschaft zu Berlin.* — Die Fortschritte der Physik im Jahre 1869; Jahrg. XXV, Abth. 1-2.

*Société impériale des natural. de Moscou.* — Bulletin 1873. N° 3.

*Deutsche geolog. Gesellschaft.* — Zeitschrift, Bd. XXV; Heft 3.

*Soc. des sciences physiques et naturelles de Bordeaux.* — Mémoires. Tome IX, cah. 2. X, 1. — Extrait des procès-verbaux.

*Offenbacher Verein für Naturkunde.* — 13<sup>ter</sup> et 14<sup>ter</sup> Bericht.

*Société florimontane d'Annecy.* — Revue savoisiennne 1874, N° 4.

*Circolo geografico italiano.* — Pubblicazioni; anno 1874; terzo bimestre.

B. STUDER. — Die Gotthardbahn. — Geologisches vom Aargletscher.

Bulletin mensuel de la Société d'acclimatation, année 1873. (Don de M. H. Goll.)

Séance du 6 juin.

*Verein für Erdkunde. Darmstadt.* — Notizblatt; III Folge, Heft XII.

- Kong. Danske. Videnskabernes Selskabs.* — Oversigt 1873, N° 2.
- Société d'agriculture, sc. et arts de la Sarthe.* — Bulletin 1873, 4<sup>e</sup> trimestre.
- Naturwiss. Verein für Sachsen und Thüringen.* — Zeitschrift, Bd. XLII.
- König. preuss. Akademie der Wissensch. zu Berlin.* — Monatsbericht. März 1874.
- Société industrielle de Mulhouse.* — Bulletin, mars 1874.
- Geol. Reichsanstalt. Wien.* — Jahrbuch, Bd. XXIV, N. 1.  
Id. — Verhandlungen, 1874. 1 à 6.
- Verein für Natur. und Heilkund zu Presburg.* — Verhandlungen, Neue Folge Heft 2.
- Société des ingénieurs civils.* — Mémoires, 27<sup>e</sup> année, 1<sup>er</sup> cahier.
- Société géologique de France.* — Bulletin 1874, N° 2.
- Société linnéenne du nord de la France.* -- Bulletin mensuel, N° 23 et 24.
- R. comitato geologico d'Italia.* — Polletino 1874, N° 3-4.
- Société florimontane d'Annecy.* — Revue savoisiennne, N° 5.
- Académie des sciences de St-Petersbourg.* — Bullet. tome XIII, 3-5, XIX, 1-3.
- Conseil fédéral.* — Rapport trimestriel N° 5 sur la marche de l'entreprise de la ligne du St-Gothard. — Rapport mensuel N° 16-17.
- L. BUTTIN. — Essai comparatif des pharmacopées helveticæ, germanicæ, gallicæ, belgicæ et austriacæ, 'après les dernières éditions de ces ouvrages. Schaffouse 1873

Séance du 4 juillet.

- Bristol Naturalist's Society.* — Proceedings; n. ser. vol. I. Part. 1.
- Geological Society, London.* — Quarterly journal, N° 118.
- Société florimontane d'Annecy.* — Revue savoisiennne, N° 6.
- Naturwiss. Verein zu Bremen.* — Abhandlungen, Bd. IV. Heft 1.
- Royal society of London.* — Proceedings, N° 146-150. — Beilage, N° 3, zu den Abhandl.
- Société de géographie de Genève.* — Le Globe, tome XII, livr. 4-6.
- Direction et Conseil d'admin. du chemin de fer du Gothard.* — Second rapport du 1<sup>er</sup> janvier au 31 décembre 1873.

*Société helvétique des sciences naturelles.* — Schweizerische meteorolog. Beobachtungen, Juni 1873.

*Geological Survey of India.* — Memoirs in-fol. — Cretaceous Fauna of Southern India, vol. IV. 3-4. — Jurassic Fauna of Kutch, vol. I. 1.

*Id.* — Memoirs in-8, vol. X. Part. I. — Records 1873. Part. 1-4.

*Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin.* — Inhaltsverzeichnis der Abhandlungen, aus den Jahren 1822-1872.

— — Funérailles de Lambert-Adolphe-Jacques Quetelet, secrét. perpétuel de l'Académie royale de Belgique.

Séance du 7 nov.

*Accademia gioenia di sc. natur. di Catania.* — Atti, ser. terza, tom. VII et VIII. Le tome VII accompagné de la « Carta geologica della città di Catania e dintorni, per Carmelo Scuto-Patti, 7 tavole. »

*Zoological Society of London.* — Proceedings 1873. Part. III; 1874. Part. I.

*Botanischer Verein der Provinz Brandenburg.* — Verhandlung, 14<sup>ter</sup> Jahrg.

*König. Danske Videnskabernes Selskabs.* — Oversigt 1873, Nos 1-3.

*Soc. impériale des naturalistes de Moscou.* — Bulletin, 1873. No 4.

*Geograph. Gesellschaft in Wien.* — Mittheilungen, Bd. XVI.

*Königl. bayer. Akad. der Wissensch. in München.* — Über den Einfluss des Freiherrn J. von Liebig auf die Entwicklung der Physiologie, v. Bischoff. — v. Liebig zum Gedächtniss, Rede von Pettenkofer. — v. Liebig als Begründer des Agriculturn-Chemie, v. Aug. Vogel.

*Id.* — Sitzungsberichte der Mathem.-physik. classe 1874, Heft. 1-3. — Rede von Döellinger gehalten.

*Verein für Naturkunde zu Zwickau.* — Jahresbericht. 1873.

*K. k. geologische Reichsanstalt.* — Jahrbuch. Jahrg. 1874. Bd. XXIV. No 2.

*Id.* — Verhandlungen 1874, 7-10.

*Naturwissensch. Verein für Sachsen und Thüringen in Halle.* — Zeitschrift, Bd. XLIII, 1874.

*Physik.-Medicin. Gesellech. in Würzburg.* — Verhandlungen, Bd. VII. 1874; VIII, 1-2.

*Commission géodésique suisse.* — Procès-verbal des séances

- tenues à l'Observatoire de Neuchâtel, le 17 mai et le 21 juin 1874.
- Soc. malacologique de Belgique.* — Annales, tom. VIII. — Procès-verbaux, tom. III.
- Soc. impér. des naturalistes de Moscou.* — Bulletin 1874. N° 1.
- Naturforsch. Gesellschaft zu Freiburg i/B.* — Berichte über die Verhandlungen, Bd. VI. Heft 2-3.
- Deutsch. geolog. Gesellschaft.* — Zeitschrift, Bd. XXV. Heft 4; XXVI. Heft 1-2.
- Württembergischer naturwis. Verein.* — Jahreshefte Jahrg 30. Heft 1-3.
- Soc. académ. de Maine-et-Loire.* — Mémoires, tomes XXVII et XXVIII.
- Soc. d'études scientifiques d'Angers.* — Bulletin, 3<sup>e</sup> année.
- Soc. jurassienne d'émulation.* — Actes, 24<sup>e</sup> session.
- St-Gallische naturwissensch. Gesellsch.* — Bericht über die Thätigkeit 1872-73.
- Soc. d'agric. sc. et arts de la Sarthe.* — Bulletin, 2<sup>e</sup> série, tome XIV.
- R. comitato geologico d'Italia.* — Bolletino 5-6, 7-8.
- Circolo geographico d'Italia.* — Pubblicazioni, 4<sup>o</sup>-5<sup>o</sup> bimestre.
- Società dei naturalisti in Modena.* — Annuario, série II, anno VIII, fasc. 2<sup>o</sup>.
- Naturhist. medicin. Verein zu Heidelberg.* — Verhandlungen Neue Folge, Bd. I. Heft I.
- Königl. preuss. Akademie der Wissensch. zu Berlin.* — Monatsbericht. April-August 1874.
- Soc. industrielle de Mulhouse.* — Bulletin, avril-août 1874.
- Soc. nationale des sc. natur. de Cherbourg.* — Mémoires, tom. XVII. — Catalogue de la bibliothèque.
- Soc. linnéenne du nord de la France.* — Bulletin mensuel, 13-22; 27-28. — Mémoires, III; 1872-73.
- Soc. des sc. historiques et natur. de l'Yonne.* — Bulletin, vol. 28.
- Boston Society of natural History.* — Memoirs, vol. II. Part. II. N° 4; III. Part. I. 1-2.
- Id.* — Proceedings, vol XV, Part. 3-4; XVI, Part. 1-2.
- Academy of natural sciences of Philadelphia.* — Proceedings, 1873; Part. 1-3.
- Zoological society of Philadelphia.* — The second annual Report of the Board of Managers. Avril 1874.

- Essex Institute. Salem.* — Bulletin, 1873.
- American philosophical Society.* — Proceedings, Nos 90-91.
- Lyceum of natural history, New-York* — Proceedings, vol. 1, pages 237-300. — Second series. Jan. March. 1873. — Annals, vol. X, 8-11.
- Geological and geographical Survey of the territories, Washington.* — Bulletin Nos 1-2. — Micellaneous publications, Nos 4, 5.
- Soc. d'émulation du Doubs.* — Mémoires, 4<sup>e</sup> série, 7<sup>e</sup> vol.
- Soc. géologique de France.* — Bulletin, 3<sup>e</sup> série, tom. II, Nos 3-4.
- American Academy of arts and sciences.* — Proceedings, vol. VIII, pag 137-680.
- Literary and philosophical Society of Manchester.* — Proceedings, vol. VIII-XII, 1868-1873. — Memoirs, vol. IV.
- Smithsonian institution.* — Annual Report 1872.
- Soc. des Ingénieurs civils.* — Mémoires, 27<sup>e</sup> année, 2<sup>e</sup> cah.
- Soc. de physique et d'hist. natur. de Genève.* — Mémoires, tom. XXIII.
- Soc. florimontane d'Annecy.* — Revue savoisiennne, Nos 7-10.
- Soc. helvét. des sc. natur.* — Schweiz. meteor. Beobacht. Juli-September 1873.
- Conseil fédéral.* — Tableaux et coupes géologiques sur le grand tunnel du St-Gothard.
- Id.* — Rapports aux gouvernements des Etats qui ont participé à la subvention de la ligne du St-Gothard.
- Id.* — Rapport trimestriel No 6.
- Id.* — Rapports mensuels Nos 20-22.
- Manchester geological Society.* — Transactions, vol. XIII. Part. 1-5.
- Geological Society of London.* — Quarterly journal no 119.
- Soc. entomologique de Belgique.* — Compte-rendu, 1874, Nos 1, 2, 4.
- Linnean Society.* — Journal : Zoology, No 57 ; Botany, 73-76. — Additions to the Library. — List of the L. S.
- Naturforschende Gesellschaft in Zurich.* — Vierteljahresschrift. Jahrg. 18. Heft 1-4 (2 ex.).
- E. FAVRE. — Revue géologique suisse pour 1873.
- E. RENEVIER. — Tableau des terrains sédimentaires formés pendant les époques de la phase organique du globe terrestre.
- GREPPIN. — Périodicité des mers et des continents.



M. E. RENEVIER a fait don des ouvrages suivants sur les eaux thermales des Grisons et de Bormio, et des trois brochures indiquées après.

LURATI. — Le acque termali e fanghi di Bormio, con osservazioni medico-cliniche del Dr Fedeli. Roma e Coira 1870.

AUG. HUSEMANN. — Neue chemische Untersuchung der Heilquellen von Tarasp. Speyer 1873.

Id. — Der Kurort St-Moritz und seine Eisen-Säuerlinge. Chur 1871.

Id. — Chemische Untersuchungen des neuen Belvedra-Eisen-säuerlings in Rabiusschlucht bei Chur. Chur 1872.

GAMSER. — Die Soda-und Sauerquellen von Passugg bei Chur, 1871.

PLANTA-REICHENAU. — Chemische Untersuchung der Schulser Schwefelquelle in der val Dragun (Chialzina).

PLANTA-REICHENAU U. GERONINI. — Die Heilquelle von St-Bernhardin, Chur 1871.

C. VERAGUTH. — Bad Fideris. Eisenhaltiger Natronsäuerling.

V. WEBER. — Das Schwefelbad zu Alveneu nebst den benachbarten mineralquellen von Tiefen Kasten und Solis. Chur 1868.

— — Les Thermes de Bormio. Strasbourg 1870.

G. THEOBALD, J. J. WEILENMANN. — Die Bäder von Bormio und die umgebende Gebirgswelt.

MEYER-AHRENS U. BRÜGGER. — Die Thermen von Bormio in physikalisch.-chemischer, therapeutischer, klimatologischer und geschichtlicher Beziehung. Zurich 1867.

*Naturf. Gesellschaft Graubündens.* — Rätische Mineralwasser ausgestellt an der Wiener Weltanstellung. 1873.

HIERON. V. SALIS. — Beobachtungen über das Wandern der Vögel.

KILLIAS. — Die Verbreitung des Maikäfers in Graubünden.

TOURNOUER. — Recensement des Echinodermes ou calcaire à astéries (étage tongrien). Bordeaux 1870.

J.-B. SCHNETZLER. — La maladie de la vigne attribuée au Phylloxera.

AUG. FOREL. — Les Fourmis de la Suisse ; in-4°, 552 p. pl. Zurich 1874.

F.-A. FOREL. — Faune profonde du lac Léman.

Id. — Expériences sur la température du corps humain dans l'acte de l'ascension des montagnes. Genève et Bâle 1874.

R. WOLF. — *Astronomische Mittheilungen*; XXXVI, pag. 251-290.

J.-P. LUSE. — Agassiz. Lecture delivered before the Louisville library association, on February 16, 1874.

PH. PARLATORE. — Les collections botaniques du Musée royal de physique et d'histoire naturelle de Florence. 1874.

DE MORTILLET ET ABEL HOVELACQUE. — Notes sur le précurseur de l'homme. Congrès de Lyon 1873.









## ANALYSE INDÉTERMINÉE DU 2<sup>e</sup> DEGRÉ.

### Résolution en nombres entiers de l'équation

$$x^2 + y^2 = N$$

par

**F.-L.-Fréd. CHAVANNES.**

I. Commençons par quelques remarques fort simples dont nous aurons à tirer parti.

1<sup>o</sup> Quel que soit le signe de  $x$  et celui de  $y$ , la somme de leurs carrés est positive. Ainsi  $N$  doit être positif; ou ce qui est plus simple et plus correct, les nombres  $N$ ,  $x$ ,  $y$ , doivent être pris comme nombres absolus. Si dans les calculs destinés à déterminer  $x$  et  $y$  on trouve des soustractions à opérer, il faudra toujours retrancher un plus petit nombre d'un plus grand, sans se préoccuper du signe.

2<sup>o</sup> Tous les nombres entiers sont compris dans ces quatre formes,  $e$  désignant un nombre entier indéterminé, positif ou négatif:

$$4e, \quad 4e + 1, \quad 4e + 2, \quad 4e + 3,$$

ou, ce qui revient au même,  $4e - 1$ .

Or si l'on fait la somme des carrés de deux nombres pairs, on la trouvera de la forme  $4e$ ; c'est un nombre quadruple.

Si l'on fait la somme des carrés de deux nombres impairs, on la trouvera de la forme  $4e + 2$ , soit  $2(2e + 1)$ , c'est-à-dire un nombre pair double d'un nombre impair.

Si l'on fait la somme du carré d'un nombre pair et du carré d'un nombre impair, on la trouvera de la forme  $4e + 1$ .

Il n'existe donc aucune combinaison qui puisse fournir une somme de deux carrés de la forme  $4e - 1$ .

Il s'ensuit que *si en divisant  $N$  par 4, on trouve le reste 3, ou, ce qui revient au même, le reste  $-1$ , on est assuré qu'il n'y a aucune solution possible de l'équation proposée, du moins dans les conditions que nous avons établies.*

II. Abordons maintenant la résolution proprement dite de l'équation

$$x^2 + y^2 = N. \quad (1)$$

Comme on peut toujours décomposer  $N$  en facteurs, voyons, si par quelque artifice, nous ne parviendrons pas à en faire autant du premier membre  $x^2 + y^2$ ?

Posons

$$x = r + s, \quad y = t + u;$$

il vient ainsi:

$$x^2 + y^2 = r^2 + 2rs + s^2 + t^2 + 2tu + u^2; \quad (2)$$

supposons que  $rs = tu$ , en donnant à  $2rs$  et à  $2tu$  des signes contraires, ce qui revient à faire

$$x = r \pm s, \quad y = t \mp u, \quad (3)$$

notre somme de deux carrés deviendra égale à celle des quatre carrés  $r^2 + s^2 + t^2 + u^2$ .

Or notre supposition  $rs = tu$ , nous donne la proportion suivante ou l'une de ses permutations :

$$r : t :: u : s.$$

En prenant pour  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ , des nombres entiers, la forme générale des proportions dont les termes sont entiers est :

$$\alpha\gamma : \beta\gamma :: \alpha\delta : \beta\delta.$$

Nous pouvons ainsi poser :

$$r = \alpha\gamma, \quad s = \beta\delta, \quad t = \beta\gamma, \quad u = \alpha\delta.$$

Enfin en substituant ces valeurs dans (2), en ayant soin de donner à  $s$  et à  $u$  des signes contraires, il vient :

$$x^2 + y^2 = \alpha^2\gamma^2 \pm 2\alpha\gamma\beta\delta + \beta^2\delta^2 + \beta^2\gamma^2 \mp 2\beta\gamma\alpha\delta + \alpha^2\delta^2,$$

d'où, en réduisant et en mettant les facteurs communs en évidence :

$$x^2 + y^2 = \alpha^2\gamma^2 + \beta^2\delta^2 + \beta^2\gamma^2 + \alpha^2\delta^2 = (\alpha^2 + \beta^2)(\gamma^2 + \delta^2) = N. \quad (4)$$

Nous avons aussi, par la même substitution (3) :

$$x = \alpha\gamma \pm \beta\delta, \quad y = \beta\gamma \mp \alpha\delta. \quad (5)$$

Soit  $N = FF'$ , nous déduirons de (4) :

$$(\alpha^2 + \beta^2)(\gamma^2 + \delta^2) = FF';$$

et nous pourrions poser :

$$\alpha^2 + \beta^2 = F, \quad \gamma^2 + \delta^2 = F'. \quad (6)$$

Ainsi la résolution de notre équation proposée (1) se ramène à la résolution de deux équations de même nature (6), mais dont les seconds membres sont facteurs du second membre de la proposée. Ces nouvelles équations sont ainsi plus simples que celle-ci.

Si  $N$  était un nombre premier, le facteur  $F$  serait égal



à  $N$ , et le facteur  $F'$  serait égal à 1. Nos équations (6) deviendraient ainsi :

$$\alpha^2 + \beta^2 = N, \quad \gamma^2 + \delta^2 = 1.$$

L'une équivaut à la proposée, la seconde donne  $\gamma = 1$   $\delta = 0$ ; ou  $\gamma = 0$ ,  $\delta = 1$ . Dans ces deux cas la multiplication membre à membre de ces dernières égalités donne toujours  $\alpha^2 + \beta^2 = N$ . Ainsi lorsque  $N$  est un nombre premier, la proposée ne peut se ramener à la résolution d'équations plus simples.

Relativement aux équations (6), on leur appliquera la même analyse dont nous avons fait usage pour la proposée, et l'on poursuivra de même jusqu'à ce que l'on soit arrivé à tous les facteurs premiers de  $N$ . Si l'on désigne ces facteurs par  $p, p', p'',$  etc., l'on aura ainsi une suite d'équations :

$$\epsilon^2 + \kappa^2 = p, \quad \lambda^2 + \mu^2 = p', \quad \nu^2 + \xi^2 = p'', \text{ etc.} \quad (7)$$

au-delà desquelles on ne pourra pas remonter.

En multipliant toutes ces équations membre à membre, nous obtiendrons cette nouvelle forme pour la proposée (1) :

$$\begin{aligned} x^2 + y^2 &= (\epsilon^2 + \kappa^2) (\lambda^2 + \mu^2) (\nu^2 + \xi^2) \text{ etc.} \\ &= pp'p'' \dots = N. \end{aligned} \quad (8)$$

III. Avant d'aller plus loin, nous avons plusieurs remarques à faire qui sont indispensables pour la suite de notre calcul.

Posons pour simplifier  $\alpha\gamma + \beta\delta = a$  et  $\beta\gamma - \alpha\delta = b$ , cette notation nous donnera d'après (5)  $x = a$  et  $y = b$ , et par conséquent  $N = a^2 + b^2$ .

Si nous faisons  $\alpha\gamma - \beta\delta = c$  et  $\beta\gamma + \alpha\delta = d$ , nous aurons encore d'après (5) :  $x = c$ ,  $y = d$ , et en conséquence  $N = c^2 + d^2$ .

Or nous savons d'après (4) que  $N = (a^2 + \beta^2)(\gamma^2 + \delta^2)$ .  
 Il s'ensuit que lorsqu'un nombre donné est le produit de deux facteurs dont chacun est la somme de deux carrés, ce nombre donné peut être décomposé de deux manières différentes en la somme de deux carrés.

Ainsi 65 est égal à  $5.13 = (2^2 + 1^2)(3^2 + 2^2)$ , et l'on trouve  $65 = 64 + 1 = 8^2 + 1^2$ , pour une manière, et  $65 = 16 + 49 = 4^2 + 7^2$  pour la seconde manière. Il suffit pour cela de faire  $a = 2$ ,  $\beta = 1$ ,  $\gamma = 3$ ,  $\delta = 2$ , dans les valeurs qui donnent  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ .

Réciproquement: Si un nombre est décomposable de deux manières en la somme de deux carrés, il est le produit de deux facteurs dont chacun est la somme de deux carrés.

Ainsi soit  $N = a^2 + b^2 = c^2 + d^2$ .

Nous tirons de là

$$a^2 - c^2 = d^2 - b^2,$$

et par conséquent

$$(a - c)(a + c) = (d - b)(d + b).$$

Donc

$$(a - c) : (d - b) :: (d + b) : (a + c).$$

Si nous faisons la somme des carrés de ces quatre termes nous trouverons :

$$a^2 - 2ac + c^2 + d^2 - 2bd + b^2 + d^2 + 2bd + b^2 + a^2 + 2ac + c^2 = 2a^2 + 2c^2 + 2d^2 + 2b^2 = 2N + 2N = 4N.$$

Pour retrouver simplement  $N$ , il faut prendre la moitié de chacun des termes de notre proportion, et écrire

$$\frac{a-c}{2} : \frac{d-b}{2} :: \frac{d+b}{2} : \frac{a+c}{2}. \quad (A)$$

Si  $N$  est de la forme  $4e$ , alors  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  seront tous des nombres pairs, et par conséquent les quatre termes de notre proportion (A) seront entiers.

Si  $N$  est de la forme  $4e + 2$ , alors  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  seront tous des nombres impairs et les quatre termes de notre proportion (A) seront encore entiers.

Si  $N$  est de la forme  $4e + 1$ , l'un des nombres  $a$  et  $b$  sera pair et l'autre impair; il en sera de même de  $c$  et  $d$ . Prenons  $a$  et  $c$  pour les nombres pairs,  $b$  et  $d$  seront les nombres impairs et les quatre termes de notre proportion seront encore entiers.

Nous pouvons ainsi mettre notre proportion (A) sous la forme générale des proportions dont les termes sont entiers, savoir :

$$\alpha\gamma : \beta\gamma :: \alpha\delta : \beta\delta.$$

La somme des quatre carrés que nous savons être égale à  $N$ , sera donc  $\alpha^2\gamma^2 + \beta^2\gamma^2 + \alpha^2\delta^2 + \beta^2\delta^2 = (\alpha^2 + \beta^2)(\gamma^2 + \delta^2)$  ainsi,

$$N = (\alpha^2 + \beta^2)(\gamma^2 + \delta^2). \quad \text{C. Q. F. D.}$$

Nous tirons de là : *un nombre premier ne peut être décomposé en la somme de deux carrés que d'une seule manière.*

#### IV. Notre égalité

$$a^2 + b^2 = c^2 + d^2$$

qui nous a donné  $a^2 - c^2 = d^2 - b^2$ , nous donne aussi

$$a^2 - d^2 = c^2 - b^2$$

ou, ce qui revient au même,

$$(a - d)(a + d) = (c - b)(c + b),$$

d'où nous avons la proportion :

$$\frac{a-d}{2} : \frac{c-b}{2} :: \frac{c+b}{2} : \frac{a+d}{2} \quad (B)$$

Lorsque N est pair, les quatre termes de cette proportion sont entiers. Lorsque N est impair, les quatre termes de la proportion (B) sont fractionnaires, ce qui la fait sortir des conditions générales de notre calcul. Dans tous les cas cependant on trouvera, comme ci-dessus, que la somme des carrés des quatre termes de la proportion (B) est égale à N. On peut ainsi tenir compte de la proportion (B) lors même que N est impair; mais il faut noter l'exception.

V. Nous allons nous permettre une digression, pour recueillir en passant de curieuses propriétés dont jouissent les proportions. Pour faciliter le discours nous donnerons aux proportions (A) et (B) le nom de *proportions conjuguées*. Nous demandons maintenant s'il est possible de passer de la proportion (A) à sa conjuguée (B), sans remonter à l'égalité primitive  $a^2 + b^2 = c^2 + d^2$ ?

Retranchons chaque terme de (A) de son terme correspondant dans (B); nous aurons;

$$1^o \quad \frac{a-d}{2} - \frac{a-c}{2} = \frac{c-d}{2};$$

$$2^o \quad \frac{c-b}{2} - \frac{d-b}{2} = \frac{c-d}{2};$$

$$3^o \quad \frac{c+b}{2} - \frac{d+b}{2} = \frac{c-d}{2};$$

$$4^o \quad \frac{a+d}{2} - \frac{a+c}{2} = \frac{d-c}{2} = -\frac{c-d}{2}.$$

Les quatre différences ont des valeurs absolues égales, mais la quatrième est de signe différent des trois autres,

qui ont toutes les trois le même signe. Si donc on ajoute aux trois premiers termes de (A) la différence constante  $\frac{c-d}{2}$ , et qu'on retranche cette même différence du quatrième terme, on obtiendra la proportion (B); et si l'on retranche des trois premiers termes de (B) cette même différence constante, et qu'on l'ajoute au quatrième terme, on retrouvera (A).

Toute proportion a-t-elle sa conjuguée? En d'autres termes, existe-t-il, pour toute proportion donnée, un nombre positif ou négatif, qui étant ajouté aux trois premiers termes et retranché du quatrième, donne une nouvelle proportion, telle que la somme des carrés des quatre termes de l'une soit égale à la somme des carrés des quatre termes de l'autre?

Ecrivons une proportion quelconque sous cette forme :

$$m : mr :: n : nr$$

sans assujettir les nombres  $m$ ,  $n$ ,  $r$ , à aucune restriction. Soit  $x$  le nombre demandé, notre proportion hypothétique sera :

$$m + x : mr + x :: n + x : nr - x.$$

Donc,

$$\begin{aligned} (m + x)(nr - x) &= (mr + x)(n + x), \\ mnr + nrx - mx - x^2 &= mnr + nx + mrx + x^2, \\ 2x^2 - nrx + mx + mrx + nx &= 0, \\ x^2 - \frac{nr - m - mr - n}{2} x &= 0. \end{aligned}$$

Nous avons ainsi une équation du 2<sup>d</sup> degré dont les deux racines sont

$$x = 0, \quad x = \frac{nr - m - mr - n}{2}.$$

La première racine nous fait retomber sur la proportion donnée elle-même; nous n'avons pas à nous en occuper. Substituons à  $x$  la valeur donnée par la seconde racine, nous aurons :

$$m + \frac{nr - m - mr - n}{2} : mr + \frac{nr - m - mr - n}{2} \\ :: n + \frac{nr - m - mr - n}{2} : nr - \frac{nr - m - mr - n}{2};$$

ou, en effectuant les opérations et en mettant en évidence les facteurs communs,

$$\frac{(n - m)(r - 1)}{2} : \frac{(n + m)(r - 1)}{2} :: \frac{(n - m)(r + 1)}{2} \\ : \frac{(n + m)(r + 1)}{2};$$

proportion évidente. En divisant chaque conséquent par son antécédent, nous trouvons que la raison est égale à  $\frac{m + n}{m - n}$ . Faisons la somme des carrés des quatre termes

de cette dernière proportion, il vient :

$$\frac{(n^2 - 2nm + m^2)(r^2 - 2r + 1)}{4} + \\ \frac{(n^2 + 2nm + m^2)(r^2 - 2r + 1)}{4} + \\ \frac{(n^2 - 2nm + m^2)(r^2 + 2r + 1)}{4} + \\ \frac{(n^2 + 2nm + m^2)(r^2 + 2r + 1)}{4} = \\ \frac{2(n^2 + m^2)(r^2 - 2r + 1)}{4} + \frac{2(n^2 + m^2)(r^2 + 2r + 1)}{4} = \\ \frac{4(n^2 + m^2)(r^2 + 1)}{4} = m^2 + m^2r^2 + n^2 + n^2r^2.$$

Or ce dernier membre de nos égalités successives n'est autre chose que la somme des carrés des quatre termes de notre proportion donnée.

Nous obtenons ainsi ce théorème : *Dans toute proportion, si l'on fait la somme des trois premiers termes, si l'on retranche algébriquement cette somme du quatrième terme, et si l'on prend la moitié de cette différence ; si ensuite on ajoute algébriquement ce résultat aux trois premiers termes, et qu'on le retranche algébriquement du quatrième :*

1° *Les quatre nombres ainsi obtenus sont en proportion,*

2° *La somme des carrés des termes de la première proportion est égale à la somme des carrés des termes de la seconde. Les deux proportions sont conjuguées.*

Il peut arriver que la somme des trois premiers termes soit égale au quatrième ; dans ce cas la différence est nulle et les deux proportions conjuguées sont identiques.

Ceci revient à dire que, la différence  $c - d$  étant nulle,  $c = d$  et  $N = 2c^2$ . En effet si l'on met à la place de  $d$  son égal  $c$ , dans les deux proportions (A) et (B), on verra qu'elles deviennent identiques.

VI. Reprenons la suite de notre calcul principal.

Tout nombre premier autre que 2 est de la forme  $4e - 1$  ou de la forme  $4e + 1$ .

Nous savons qu'aucun nombre de la forme  $4e - 1$  ne peut être la somme de deux carrés.

Depuis Fermat on sait que tout nombre premier de la forme  $4e + 1$  est égal à la somme de deux carrés. Euler le premier a donné une démonstration de ce théorème.

Supposons que les facteurs premiers de  $N$  soient tous inégaux et de la forme  $4e + 1$ , chacun de ces facteurs

sera égal à la somme de deux carrés et nous pourrons écrire :

$$N = (\alpha^2 + \beta^2) (\gamma^2 + \delta^2) (\epsilon^2 + \zeta^2) (\eta^2 + \theta^2) \dots$$

Convenons de la notation suivante :

$$N' = (\alpha^2 + \beta^2) (\gamma^2 + \delta^2),$$

$$N'' = (\alpha^2 + \beta^2) (\gamma^2 + \delta^2) (\epsilon^2 + \zeta^2) = N' (\epsilon^2 + \zeta^2),$$

$$N''' = (\alpha^2 + \beta^2) (\gamma^2 + \delta^2) (\epsilon^2 + \zeta^2) (\eta^2 + \theta^2) = N'' (\eta^2 + \theta^2),$$

et ainsi de suite autant que N aura de facteurs premiers.

Nous pouvons ensuite établir les équations suivantes :

$$x'^2 + y'^2 = N', \quad x''^2 + y''^2 = N'', \quad x'''^2 + y'''^2 = N''', \text{ etc.,}$$

dont la dernière sera  $x^2 + y^2 = N$ , c'est-à-dire la proposée.

Notre première équation subsidiaire  $x'^2 + y'^2 = N'$ , revient à

$$x'^2 + y'^2 = (\alpha^2 + \beta^2) (\gamma^2 + \delta^2)$$

et nous savons que, dans ce cas (5),

$$x' = \alpha\gamma \pm \beta\delta \quad y' = \beta\gamma \mp \alpha\delta.$$

Pour mettre de l'ordre et de la netteté dans le calcul, on peut lui donner la forme suivante :

$$\left. \begin{matrix} \alpha, & \gamma \\ \beta, & \delta \end{matrix} \right\} \alpha\gamma \pm \beta\delta \text{ ou bien } \beta\delta \pm \alpha\gamma, \quad \beta\gamma \mp \alpha\delta \text{ ou bien } \alpha\delta \mp \beta\gamma.$$

Après avoir placé sur une colonne verticale  $\alpha$  et  $\beta$ , soit les deux racines des carrés qui forment le premier facteur, on met à côté sur une seconde colonne verticale,  $\gamma$  et  $\delta$  qui appartiennent au second facteur. Puis on multiplie entre eux les nombres situés sur une même ligne horizontale et l'on place entre ces deux produits le double signe  $\pm$ . Après cela on multiplie entre eux le nombre supé-



rieur de chacune des colonnes par le nombre inférieur de l'autre colonne, ce qui fournit encore deux produits entre lesquels on place le double signe  $\mp$ . D'après la 1<sup>re</sup> remarque du § 1, il importe fort peu dans quel ordre on place les produits séparés par chacun des doubles signes; dans la pratique on s'attachera toujours à retrancher un plus petit nombre d'un plus grand.

En prenant les signes supérieurs nous avons une première solution :

$$x' = \alpha\gamma + \beta\delta, \quad y' = \alpha\delta - \beta\gamma;$$

et au moyen des signes inférieurs nous en obtenons une seconde :

$$x' = \alpha\gamma - \beta\delta, \quad y' = \alpha\delta + \beta\gamma.$$

Pour simplifier nous désignerons  $\alpha\gamma + \beta\delta$  par  $a$ ,  $\alpha\delta - \beta\gamma$  par  $b$ ,  $\alpha\gamma - \beta\delta$  par  $c$  et  $\alpha\delta + \beta\gamma$  par  $d$ . Nous aurons ainsi  $x' = a$  ou  $c$ ,  $y' = b$  ou  $d$ , et nous en concluons les deux égalités :

$$N' = a^2 + b^2, \quad N' = c^2 + d^2.$$

Passons à notre seconde équation subsidiaire  $x''^2 + y''^2 = N''$ , que nous pouvons écrire :  $x''^2 + y''^2 = N'(\epsilon^2 + \zeta^2)$ . En substituant successivement à  $N'$  chacune de ses valeurs nous aurons deux équations distinctes qu'il faudra traiter séparément l'une après l'autre,

$$x''^2 + y''^2 = (a^2 + b^2)(\epsilon^2 + \zeta^2),$$

$$\text{et } x''^2 + y''^2 = (c^2 + d^2)(\epsilon^2 + \zeta^2).$$

Nous obtenons ainsi, pour la première :

$$\left. \begin{matrix} a, \epsilon \\ b, \zeta \end{matrix} \right\} a\epsilon \pm b\zeta, \quad a\zeta \mp b\epsilon;$$

et pour la seconde :

$$\left. \begin{matrix} c, \epsilon \\ d, \zeta \end{matrix} \right\} c\epsilon \pm d\zeta, \quad c\zeta \mp d\epsilon.$$

Nous avons ainsi quatre solutions distinctes.

$$\begin{aligned}\text{I} \quad x'' &= a\epsilon + b\zeta = e, & y'' &= a\zeta - b\epsilon = f; \\ \text{II} \quad x'' &= a\epsilon - b\zeta = g, & y'' &= a\zeta + b\epsilon = h; \\ \text{III} \quad x'' &= c\epsilon + d\zeta = i, & y'' &= c\zeta - d\epsilon = k; \\ \text{IV} \quad x'' &= c\epsilon - d\zeta = l, & y'' &= c\zeta + d\epsilon = m.\end{aligned}$$

Nous tirons de là les quatre égalités suivantes :

$$N'' = e^2 + f^2, \quad N'' = g^2 + h^2, \quad N'' = i^2 + k^2, \quad N'' = l^2 + m^2.$$

Il s'ensuit que notre troisième équation subsidiaire  $x'''^2 + y'''^2 = N''$ , qui peut s'écrire  $x'''^2 + y'''^2 = N'' (\eta^2 + \theta^2)$  prendra successivement les quatre formes suivantes qu'il faudra traiter l'une après l'autre :

$$\begin{aligned}x'''^2 + y'''^2 &= (e^2 + f^2) (\eta^2 + \theta^2), \\ x'''^2 + y'''^2 &= (g^2 + h^2) (\eta^2 + \theta^2), \\ x'''^2 + y'''^2 &= (i^2 + k^2) (\eta^2 + \theta^2), \\ x'''^2 + y'''^2 &= (l^2 + m^2) (\eta^2 + \theta^2).\end{aligned}$$

Cela fournira huit couples de valeurs, et ainsi cette troisième équation aura huit solutions différentes.

L'on continuera ainsi jusqu'à l'épuisement de tous les facteurs premiers de  $N$ ; le dernier calcul donnera les solutions de l'équation proposée.

VII. Remontons aux équations (6) de notre § II, savoir :

$$\alpha^2 + \beta^2 = F, \quad \gamma^2 + \delta^2 = F',$$

qui, étant multipliées membre à membre, redonnent la proposée (1) sous cette forme (4)

$$x^2 + y^2 = (\alpha^2 + \beta^2) (\gamma^2 + \delta^2) = FF' = N;$$

en suite de quoi nous avons (5) :

$$x = \alpha \gamma \pm \beta \delta, \quad y = \alpha \delta \mp \beta \gamma.$$

Supposons le cas particulier où l'on a  $\beta = 0$ . La proposée devient alors de la forme

$$x^2 + y^2 = a^2 (r^2 + \delta^2)$$

et les valeurs de  $x$  et de  $y$  se réduisent à

$$x = a\gamma, \quad y = a\delta,$$

ce qui du reste dérive directement de la forme que la proposée a revêtue.

Nous verrons bientôt à quels cas cette observation est applicable.

VIII. Il résulte de ce que nous venons de voir, que lorsque l'on veut résoudre une équation donnée en nombres,

$$x^2 + y^2 = N,$$

il faut chercher les facteurs premiers de  $N$ . Désignons ces facteurs par  $p, p', p'', p''', \dots$ , nous avons ainsi  $N = pp'p''p''' \dots$ . Voyons ce qui a lieu suivant les diverses suppositions que l'on peut faire sur la nature de ces facteurs premiers.

a) Supposons d'abord qu'aucun de ces facteurs n'étant égal à 2, il y en ait un seul de la forme  $4e - 1$ , et que ce soit le facteur  $p$ . Ce facteur n'étant pas résoluble en la somme de deux carrés, il n'y a pas lieu d'appliquer le calcul du § VI. Ainsi  $N$  ne peut être égal à la somme de deux carrés. Ce résultat est confirmé par la remarque suivante. Tous les facteurs  $p', p'', p''' \dots$  sont d'après notre supposition, de la forme  $4e + 1$ ; leur produit  $p'p''p''' \dots$  est en conséquence de la forme  $4e + 1$ . Il s'ensuit que le produit  $p \times p'p''p''' \dots$  ayant deux facteurs, l'un de la forme  $4e - 1$  et l'autre de la forme  $4e + 1$ , sera lui-même de la forme  $4e - 1$ . C'est-à-dire que  $N$ , qui est égal à  $p \times p'p''p''' \dots$  ne sera pas résoluble en la somme de deux carrés.

b) Cette conclusion sera applicable au cas où avec un facteur  $p$  de la forme  $4e - 1$ ,  $N$  en aurait un autre  $p'$  de la même forme et différent de  $p$ . Car si le calcul du § VI n'est pas applicable pour un de ces facteurs, il le sera encore moins si au premier on en ajoute un second.

On pourrait objecter, toutefois, que si  $p$  et  $p'$  sont chacun de la forme  $4e - 1$ , et ne sont pas séparément résolubles, leur produit  $pp'$ , qui est de la forme  $4e + 1$ , pourrait bien être résoluble et permettre ainsi l'emploi du calcul du § VI. Mais c'est ce qui n'a pas lieu <sup>(1)</sup>.

Nous pouvons étendre notre remarque actuelle au cas où les facteurs de la forme  $4e - 1$  seraient en nombre quelconque et tous inégaux entr'eux, ou du moins élevés à des puissances impaires. En somme, il suffit de la présence d'un seul facteur de la forme  $4e - 1$  élevé à une puissance impaire pour mettre obstacle à la résolution de l'équation proposée.

c) Si les deux facteurs  $p$  et  $p'$  de la forme  $4e - 1$  sont égaux, nous avons le cas du § VII. Le nombre  $N$  est de la forme  $4e + 1$ ; nous pouvons poser  $N = p^2 N'$ , et le nombre  $N'$  n'aura que des facteurs de la forme  $4e + 1$ .

Notre équation proposée (1) pourra s'écrire :

$$x^3 + y^3 = p^3 N';$$

et après avoir résolu l'équation subsidiaire,

$$x'^3 + y'^3 = N',$$

les produits de  $p$  par chacune des valeurs de  $x'$  et de  $y'$  nous donneront les solutions de la proposée.

(1) Il est nécessaire de démontrer ce lemme; mais cette démonstration étant assez longue, pour ne pas interrompre le fil de nos déductions actuelles nous la réservons pour une note que l'on trouvera à la fin de ce mémoire.

Cette remarque est applicable au cas où  $p$  serait élevé à une puissance paire quelconque, ainsi qu'au cas où, au lieu d'un seul facteur de la forme  $4e - 1$ , il y en aurait plusieurs tous respectivement élevés à des puissances paires, en sorte que  $N$  serait égal à  $p^{2r}p'^{2s}p''^{2t}\dots N'$ . De cette manière les solutions de la proposée seraient égales aux produits de chacune des solutions de l'équation subsidiaire  $x'^2 + y'^2 = N$ , par le facteur  $p^r p'^s p''^t \dots$ . Nous indiquerons désormais ce facteur carré, quelle qu'en soit la nature, par  $m^2$ .

d) Si deux facteurs premiers de la forme  $4e + 1$  étaient égaux entre eux, on pourrait sans doute y retrouver le cas du § VII. Toutefois, en procédant ainsi on laisserait échapper telle ou telle solution de la proposée. C'est ce que nous allons faire voir.

Soit  $N = (a^2 + b^2) (\gamma^2 + \theta^2) (\gamma^2 + \theta^2)$ ;  $a$  et  $b$  donnant une des solutions d'une des équations subsidiaires du § VI. Appliquons notre forme de calcul, comme si les deux facteurs premiers égaux à  $(\gamma^2 + \theta^2)$  se trouvaient être des facteurs quelconques.

Nous avons d'abord, au moyen du premier facteur  $(\gamma^2 + \theta^2)$ :

$$\begin{array}{l|l} a, \gamma & a\gamma \pm b\theta, \quad a\theta \mp b\gamma. \\ b, \theta & \end{array}$$

Puis, au moyen du second facteur  $(\gamma^2 + \theta^2)$ :

$$\begin{array}{l|l} a\gamma + b\theta, \gamma & (a\gamma^2 + b\gamma\theta) \pm (a\theta^2 - b\gamma\theta), \\ a\theta - b\gamma, \theta & (a\gamma\theta + b\theta^2) \mp (a\gamma\theta - b\gamma^2), \\ \\ a\gamma - b\theta, \gamma & (a\gamma^2 - b\gamma\theta) \pm (a\theta^2 + b\gamma\theta), \\ a\theta + b\gamma, \theta & (a\gamma\theta - b\theta^2) \mp (a\gamma\theta + b\gamma^2). \end{array}$$

Nos quatre solutions, toutes réductions opérées, sont ainsi :

$$\begin{array}{ll}
 1^0 & x = a(\eta^2 + \theta^2) & y = b(\eta^2 + \theta^2) \\
 2^0 & x = a\eta^2 + 2b\eta\theta - a\theta^2 & y = 2a\eta\theta - b\eta^2 + b\theta^2 \\
 3^0 & x = a(\eta^2 + \theta^2) & y = b(\eta^2 + \theta^2) \\
 4^0 & x = a\eta^2 - 2b\eta\theta - a\theta^2 & y = 2a\eta\theta + b\eta^2 - b\theta^2.
 \end{array}$$

Sur ces quatre solutions nous en trouvons deux qui sont identiques, la première et la troisième ; c'est la solution que donne l'application du § VII. Mais il y a en outre la seconde et la quatrième que l'application du § VII ne nous aurait pas fournies. Si donc, parmi les facteurs premiers de  $N$  de la forme  $4e + 1$ , on trouvait un certain nombre de facteurs égaux, on ne laisserait pas d'appliquer la méthode de calcul du § VI. Seulement on rencontrerait un certain nombre de solutions répétées, et l'on aurait soin de ne compter qu'une fois chacune de ces dernières.

e) Il nous reste à examiner le cas où le nombre 2 se trouverait parmi les facteurs premiers de  $N$ .

Le nombre 2 est égal à la somme des deux carrés  $1 + 1$  ; par conséquent on peut mettre en œuvre notre forme générale de calcul.

Soit donc  $N = 2(a^2 + b^2)$ , nous obtiendrons :

$$\begin{array}{l|l}
 \begin{array}{l} a, 1 \\ b, 1 \end{array} & \begin{array}{l} a \pm b, a \mp b; \\ x = a + b, \quad y = a - b, \\ x = a - b, \quad y = a + b; \end{array}
 \end{array}$$

c'est-à-dire que nos deux solutions sont identiques et reviennent à une seule. En effet,

$$x^2 + y^2 = a^2 \pm 2ab + b^2 + a^2 \mp 2ab + b^2 = 2a^2 + 2b^2 = N.$$

Le facteur 2 n'augmente donc pas le nombre des solutions de la proposée.

Il en résulte que, si ce facteur est élevé à une puissance paire, on peut appliquer le cas du § VII et faire entrer le facteur  $2^{2n}$  dans le facteur  $m^2$  du § VIII, c. Si le facteur 2 est élevé à une puissance impaire, nous pouvons décomposer la puissance  $2^{2n+1}$  en deux facteurs,  $2^{2n}$  et 2; nous ferons passer le premier dans le facteur  $m^2$ , et nous tiendrons compte du second dans le calcul des solutions subsidiaires.

IX. Quant à la résolution des nombres premiers de la forme  $4e + 1$  en la somme de deux carrés, c'est une affaire de tâtonnement.

Voir le tableau de ces nombres au-dessous de 1000 à la page suivante.

X. Si l'on veut passer des solutions de l'équation proposée aux proportions conjuguées qui en dépendent, les formules (A) et (B) des §§ III et IV font voir la marche à suivre. Il est cependant nécessaire de prendre quelques précautions pour donner au calcul de l'ordre et de la facilité.

Soient  $x = a$ ,  $y = b$ ;  $x = c$ ,  $y = d$ , deux solutions de l'équation (1); il en résulte  $a^2 + b^2 = c^2 + d^2 = N$ . Nous pouvons, sans nuire à la généralité de nos résultats, grâce à la symétrie en  $x$  et  $y$  de l'équation proposée, supposer  $a > b$ , et  $a > c$ , et  $c > d$ ; il en résulte  $b < d$ . Nous voyons par l'inspection de la formule (A), que les extrêmes de cette proportion sont égaux à la demi-différence et à la demi-somme des valeurs de  $x$ , et que les moyens sont égaux à la demi-différence et à la demi-somme des valeurs de  $y$ . Pour passer à la conjuguée (B), le moyen le plus simple est d'ajouter aux trois premiers termes de

|                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| $2 = 1^2 + 1^2$     | $277 = 14^2 + 9^2$  | $617 = 19^2 + 16^2$ |
| $5 = 2^2 + 1^2$     | $281 = 16^2 + 5^2$  | $641 = 25^2 + 4^2$  |
| $13 = 3^2 + 2^2$    | $293 = 17^2 + 2^2$  | $653 = 22^2 + 13^2$ |
| $17 = 4^2 + 1^2$    | $313 = 13^2 + 12^2$ | $661 = 25^2 + 6^2$  |
| $29 = 5^2 + 2^2$    | $317 = 14^2 + 11^2$ | $673 = 23^2 + 12^2$ |
| $37 = 6^2 + 1^2$    | $337 = 16^2 + 9^2$  | $677 = 26^2 + 1^2$  |
| $41 = 5^2 + 4^2$    | $349 = 18^2 + 5^2$  | $701 = 26^2 + 5^2$  |
| $53 = 7^2 + 2^2$    | $353 = 17^2 + 8^2$  | $709 = 22^2 + 15^2$ |
| $61 = 6^2 + 5^2$    | $373 = 18^2 + 7^2$  | $733 = 27^2 + 2^2$  |
| $73 = 8^2 + 3^2$    | $389 = 17^2 + 10^2$ | $757 = 26^2 + 9^2$  |
| $89 = 8^2 + 5^2$    | $397 = 19^2 + 6^2$  | $761 = 20^2 + 19^2$ |
| $97 = 9^2 + 4^2$    | $401 = 20^2 + 1^2$  | $769 = 25^2 + 12^2$ |
| $101 = 10^2 + 1^2$  | $409 = 20^2 + 3^2$  | $773 = 22^2 + 17^2$ |
| $109 = 10^2 + 3^2$  | $421 = 15^2 + 14^2$ | $797 = 26^2 + 11^2$ |
| $113 = 8^2 + 7^2$   | $433 = 17^2 + 12^2$ | $809 = 28^2 + 5^2$  |
| $137 = 11^2 + 4^2$  | $449 = 20^2 + 7^2$  | $821 = 25^2 + 14^2$ |
| $149 = 10^2 + 7^2$  | $457 = 21^2 + 4^2$  | $829 = 27^2 + 10^2$ |
| $157 = 11^2 + 6^2$  | $461 = 19^2 + 10^2$ | $853 = 23^2 + 18^2$ |
| $173 = 13^2 + 2^2$  | $509 = 22^2 + 5^2$  | $857 = 29^2 + 4^2$  |
| $181 = 10^2 + 9^2$  | $521 = 20^2 + 11^2$ | $877 = 29^2 + 6^2$  |
| $193 = 12^2 + 7^2$  | $541 = 21^2 + 10^2$ | $881 = 25^2 + 16^2$ |
| $197 = 14^2 + 1^2$  | $557 = 19^2 + 14^2$ | $929 = 23^2 + 20^2$ |
| $229 = 15^2 + 2^2$  | $569 = 20^2 + 13^2$ | $937 = 24^2 + 19^2$ |
| $233 = 13^2 + 8^2$  | $577 = 24^2 + 1^2$  | $941 = 29^2 + 10^2$ |
| $241 = 15^2 + 4^2$  | $593 = 23^2 + 8^2$  | $953 = 28^2 + 13^2$ |
| $257 = 16^2 + 1^2$  | $601 = 24^2 + 5^2$  | $977 = 31^2 + 4^2$  |
| $269 = 13^2 + 10^2$ | $613 = 18^2 + 17^2$ | $997 = 31^2 + 6^2$  |

(A) la différence constante  $\frac{c-d}{2}$ , et de retrancher cette différence du quatrième terme (§ V).

En prenant ainsi deux à deux toutes les solutions de la proposée, on obtiendra tous les couples de proportions



conjuguées que pourra fournir l'équation que l'on aura traitée. Soit  $n$  le nombre des solutions, le nombre des couples de proportions sera donc  $\frac{n(n-1)}{2}$ .

XI. Il nous reste à présenter des exemples de calcul.

Soit l'équation proposée :

$$x^2 + y^2 = 1034280.$$

Si nous recherchons les facteurs premiers du nombre donné nous trouverons

$$1034280 = 2^3 \cdot 3^2 \cdot 5 \cdot 13^2 \cdot 17.$$

Il en résulte que le facteur  $m^2$  est égal à  $2^2 \cdot 3^2 = 36$ , et que  $m = 6$ . Divisons 1034280 par 36, nous avons pour équation subsidiaire,  $\frac{1034280}{36}$  étant égal à 28730,

$$x'^2 + y'^2 = 28730 = 10 \cdot 13 \cdot 13 \cdot 17.$$

Nous avons fait entrer  $3^2$  dans le facteur  $m^2$ , parce que 3 est de la forme  $4e - 1$ , tandis que nous avons réservé 13, pour le mettre deux fois en usage dans la résolution de l'équation subsidiaire, parce que 13 est de la forme  $4e + 1$ . Nous avons fait entrer  $2^2$  dans le facteur  $m^2$ ; nous avons réuni le troisième facteur égal à 2 avec le facteur 5, pour former le facteur 10, ce qui abrège les calculs. Or

$10 \cdot 13 \cdot 13 \cdot 17 = (3^2 + 1^2) (3^2 + 2^2) (3^2 + 2^2) (4^2 + 1^2)$ ;  
les deux premiers facteurs nous donnent :

$$\begin{array}{l|l} 3, 3 & 9 \pm 2, 6 \mp 3 \\ 1, 2 & 11 \text{ ou } 7, \\ & 3 \text{ ou } 9. \end{array}$$

Ainsi nous avons :

$$(3^2 + 1^2) (3^2 + 2^2) = 11^2 + 3^2,$$

$$(3^2 + 1^2) (3^2 + 2^2) = 9^2 + 7^2.$$

En conséquence le troisième facteur  $(3^2 + 2^2)$  combiné avec les deux précédents nous donnera :

$$\begin{array}{l|l} 11, 3 & 33 \pm 6, 22 \mp 9 \\ 3, 2 & 13 \text{ ou } 31; \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} 9, 3 & 27 \pm 14, 21 \mp 18 \\ 7, 2 & 41 \text{ ou } 13; \\ & 3 \text{ ou } 39. \end{array}$$

La solution 19 et 13 se présente deux fois, nous n'entendrons compte qu'une seule fois. Il vient donc :

$$(3^2 + 1^2) (3^2 + 2^2) (3^2 + 2^2) = 41^2 + 3^2,$$

$$(3^2 + 1^2) (3^2 + 2^2) (3^2 + 2^2) = 39^2 + 13^2,$$

$$(3^2 + 1^2) (3^2 + 2^2) (3^2 + 2^2) = 31^2 + 27^2.$$

Combinons le quatrième facteur  $(4^2 + 1^2)$  avec les trois précédents, nous aurons :

$$\begin{array}{l|l} 41, 4 & 164 \pm 3, 41 \mp 12 \\ 3, 1 & 167 \text{ ou } 161; \\ & 29 \text{ ou } 53; \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} 39, 4 & 156 \pm 13, 52 \mp 39 \\ 13, 1 & 169 \text{ ou } 143; \\ & 13 \text{ ou } 91; \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} 31, 4 & 124 \pm 27, 108 \mp 31 \\ 27, 1 & 151 \text{ ou } 97; \\ & 77 \text{ ou } 139. \end{array}$$

Nous avons ainsi six solutions pour notre équation subsidiaire, savoir :

$$x' = 169, 167, 161, 151, 143, 139.$$

$$y' = 13, 29, 53, 77, 91, 97.$$

En multipliant chacun de ces nombres par 6, nous trouvons enfin pour la proposée les six solutions :

$$x = 1014, 1002, 966, 906, 858, 834.$$

$$y = 78, 174, 318, 462, 546, 582.$$

Vérification :

$$1014^2 + 78^2 = 1028196 + 6084 = 1034280,$$

$$1002^2 + 174^2 = 1004004 + 30276 = 1034280,$$

$$966^2 + 318^2 = 933156 + 101124 = 1034280,$$

$$906^2 + 462^2 = 820836 + 213444 = 1034280,$$

$$858^2 + 546^2 = 736164 + 298116 = 1034280,$$

$$834^2 + 582^2 = 695556 + 338724 = 1034280.$$

Nous allons passer aux proportions conjuguées qui dérivent de nos solutions. Nous en aurons autant de couples qu'on peut faire de combinaisons 2 à 2 avec 6 nombres, c'est-à-dire 15.

Remettons sous nos yeux les formules qu'il nous faut appliquer.

$$N = a^2 + b^2 = c^2 + d^2$$

$$(A) \quad \frac{a-c}{2} : \frac{d-b}{2} :: \frac{d+b}{2} : \frac{a+c}{2},$$

d'où l'on passe à la conjuguée (B) au moyen de la différence

$$\frac{c-d}{2}.$$

$$1^{\circ} \quad a = 1014, \quad b = 78, \quad c = 834, \quad d = 582, \quad \frac{c-d}{2} = 126, \\ 1^{\text{re}} \text{ et } 6^{\text{e}} \text{ solutions.}$$

$$(A) \quad 90 : 252 :: 330 : 924 \quad (B) \quad 216 : 378 :: 456 : 798.$$

$$2^{\circ} \quad a = 1002, \quad b = 174, \quad c = 834, \quad d = 582, \quad \frac{c-d}{2} = 126, \\ 2^{\text{e}} \text{ et } 6^{\text{e}} \text{ solutions.}$$

$$(A) \quad 84 : 204 :: 378 : 918 \quad (B) \quad 210 : 330 :: 504 : 792.$$

$$3^{\circ} \quad a = 966, \quad b = 318, \quad c = 834, \quad d = 582, \quad \frac{c-d}{2} = 126, \\ 3^{\text{e}} \text{ et } 6^{\text{e}} \text{ solutions.}$$

$$(A) \quad 66 : 132 :: 450 : 900 \quad (B) \quad 192 : 258 :: 576 : 774.$$

4°  $a = 906, b = 462, c = 834, d = 582, \frac{c-d}{2} = 126,$

4° et 6° solutions.

(A) 36 : 60 :: 522 : 870 (B) 162 : 186 :: 648 : 744.

5°  $a = 858, b = 546, c = 834, d = 582, \frac{c-d}{2} = 126,$

5° et 6° solutions.

(A) 12 : 18 :: 564 : 846 (B) 138 : 144 :: 690 : 720.

---

6°  $a = 1014, b = 78, c = 858, d = 546, \frac{c-d}{2} = 156,$

1° et 5° solutions.

(A) 78 : 234 :: 312 : 936 (B) 234 : 390 :: 468 : 780.

7°  $a = 1002, b = 174, c = 858, d = 546, \frac{c-d}{2} = 156,$

2° et 5° solutions.

(A) 72 : 186 :: 360 : 930 (B) 228 : 342 :: 516 : 774.

8°  $a = 966, b = 318, c = 858, d = 546, \frac{c-d}{2} = 156,$

3° et 5° solutions.

(A) 54 : 114 :: 432 : 912 (B) 210 : 270 :: 588 : 756.

9°  $a = 906, b = 462, c = 858, d = 546, \frac{c-d}{2} = 156,$

4° et 5° solutions.

(A) 24 : 42 :: 504 : 882 (B) 180 : 198 :: 660 : 726.

---

10°  $a = 1014, b = 78, c = 906, d = 462, \frac{c-d}{2} = 222,$

1° et 4° solutions.

(A) 54 : 192 :: 270 : 960 (B) 276 : 414 :: 492 : 738.

11°  $a = 1002, b = 174, c = 906, d = 462, \frac{c-d}{2} = 222,$

2° et 4° solutions.

(A) 48 : 144 :: 318 : 954 (B) 270 : 366 :: 540 : 732.

$$12^{\circ} \quad a = 966, b = 318, c = 906, d = 462, \frac{c-d}{2} = 222,$$

3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> solutions.

$$(A) \quad 30 : 72 :: 390 : 936 \quad (B) \quad 252 : 294 :: 612 : 714.$$


---

$$13^{\circ} \quad a = 1014, b = 78, c = 966, d = 318, \frac{c-d}{2} = 324,$$

1<sup>re</sup> et 3<sup>e</sup> solutions.

$$(A) \quad 24 : 120 :: 198 : 990 \quad (B) \quad 348 : 444 :: 522 : 666.$$

$$14^{\circ} \quad a = 1002, b = 174, c = 966, d = 318, \frac{c-d}{2} = 324,$$

2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> solutions.

$$(A) \quad 18 : 72 :: 246 : 984 \quad (B) \quad 342 : 396 :: 570 : 660.$$


---

$$15^{\circ} \quad a = 1014, b = 78, c = 1002, d = 174, \frac{c-d}{2} = 414,$$

1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> solutions.

$$(A) \quad 6 : 48 :: 126 : 1008 \quad (B) \quad 420 : 462 :: 540 : 594.$$


---

Dans toutes ces proportions la somme des carrés des quatre termes est égale à 1034280, ce que l'on peut vérifier. Prenons la première venue, par exemple, la proportion (B) du n<sup>o</sup> 8 — elle donnera :  $210^2 + 270^2 + 588^2 + 756^2 = 44100 + 72900 + 345744 + 571536 = 1034280$ . Tout autre proportion donnerait un même résultat.

Cet exemple peut être considéré comme complet; cependant nous en ajouterons encore un, qui présente le cas très-spécial où plusieurs couples de proportions conjuguées se trouvent réduits chacun à une seule proportion, la différence constante  $\frac{c-d}{2}$  étant égale à 0, comme nous l'avons indiqué à la fin du § V.

Soit  $x^2 + y^2 = 8450$ ;  
nous trouvons

$$8450 = 2. 5. 5. 13. 13 = (3^2 + 1^2) (2^2 + 1^2) (3^2 + 2^2) (3^2 + 2^2).$$

Ainsi nous instituons notre calcul comme suit :

$$\begin{array}{l|l} \begin{array}{l} 3, 2 \\ 1, 1 \end{array} & 6 \pm 1, 3 \mp 2 \end{array} \quad \begin{array}{l|l} \begin{array}{l} 7 \text{ ou } 5; \\ 1 \text{ ou } 5; \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} \begin{array}{l} 7, 3 \\ 1, 2 \end{array} & 21 \pm 2, 14 \mp 3 \end{array} \quad \begin{array}{l|l} \begin{array}{l} 23 \text{ ou } 19; \\ 11 \text{ ou } 17; \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} \begin{array}{l} 5, 3 \\ 5, 2 \end{array} & 15 \pm 10, 15 \mp 10 \end{array} \quad \begin{array}{l|l} \begin{array}{l} 25 \text{ ou } 5; \\ 5 \text{ ou } 25; \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} \begin{array}{l} 23, 3 \\ 11, 2 \end{array} & 69 \pm 22, 46 \mp 33 \end{array} \quad \begin{array}{l|l} \begin{array}{l} 91 \text{ ou } 47; \\ 13 \text{ ou } 79; \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} \begin{array}{l} 19, 3 \\ 17, 2 \end{array} & 57 \pm 34, 51 \mp 38 \end{array} \quad \begin{array}{l|l} \begin{array}{l} 91 \text{ ou } 23; \\ 13 \text{ ou } 89; \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} \begin{array}{l} 25, 3 \\ 5, 2 \end{array} & 75 \pm 10, 50 \mp 15 \end{array} \quad \begin{array}{l|l} \begin{array}{l} 85 \text{ ou } 65; \\ 35 \text{ ou } 65. \end{array} \end{array}$$

Nos solutions, au nombre de 5 à cause des doubles emplois, sont ainsi :

$$\begin{aligned} x &= 91, 89, 85, 79, 65, \\ y &= 13, 23, 35, 47, 65. \end{aligned}$$

1<sup>o</sup>  $a=91, b=13, c=65, d=65, \frac{c-d}{2}=0$ , 1<sup>re</sup> et 5<sup>e</sup> solutions.

(A) et (B) 13 : 26 :: 39 : 78.

2<sup>o</sup>  $a=89, b=23, c=65, d=65, \frac{c-d}{2}=0$ , 2<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> solutions.

(A) et (B) 12 : 21 :: 44 : 77.

3<sup>o</sup>  $a=85, b=35, c=65, d=65, \frac{c-d}{2}=0$ , 3<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> solutions.

(A) et (B) 10 : 15 :: 50 : 75.

4<sup>o</sup>  $a=79, b=47, c=65, d=65, \frac{c-d}{2}=0$ , 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> solutions.

(A) et (B) 7 : 9 :: 56 : 72.

Dans toutes ces proportions la somme des trois premiers termes est égale au quatrième, ensorte que la seconde méthode du § V pour calculer la différence entre les termes de même rang des proportions conjuguées nous conduit, de son côté, au même résultat. Pour être complet nous allons donner les autres proportions quoique nous n'ayons rien de particulier à y remarquer.

$$5^o \ a=91, b=13, c=79, d=47, \frac{c-d}{2}=16, 1^{\text{re}} \text{ et } 4^{\text{e}} \text{ solutions.}$$

$$(A) \ 6 : 17 :: 30 : 85 \quad (B) \ 22 : 33 :: 46 : 69.$$

$$6^o \ a=89, b=23, c=79, d=47, \frac{c-d}{2}=16, 2^{\text{e}} \text{ et } 4^{\text{e}} \text{ solutions.}$$

$$(A) \ 5 : 12 :: 35 : 84 \quad (B) \ 21 : 28 :: 51 : 68.$$

$$7^o \ a=85, b=35, c=79, d=47, \frac{c-d}{2}=16, 3^{\text{e}} \text{ et } 4^{\text{e}} \text{ solutions.}$$

$$(A) \ 3 : 6 :: 41 : 82 \quad (B) \ 19 : 22 :: 57 : 66.$$


---

$$8^o \ a=91, b=13, c=85, d=35, \frac{c-d}{2}=25, 1^{\text{re}} \text{ et } 3^{\text{e}} \text{ solutions.}$$

$$(A) \ 3 : 11 :: 24 : 88 \quad (B) \ 28 : 36 :: 49 : 63.$$

$$9^o \ a=89, b=23, c=85, d=35, \frac{c-d}{2}=25, 2^{\text{e}} \text{ et } 3^{\text{e}} \text{ solutions.}$$

$$(A) \ 2 : 6 :: 29 : 87 \quad (B) \ 27 : 31 :: 54 : 62.$$


---

$$10^o \ a=91, b=13, c=89, d=23, \frac{c-d}{2}=33, 1^{\text{re}} \text{ et } 2^{\text{e}} \text{ solutions.}$$

$$(A) \ 1 : 5 :: 18 : 90 \quad (B) \ 34 : 38 :: 51 : 57.$$


---

## NOTE.

Démonstration du lemme énoncé au § VIII.

*Deux nombres premiers  $p$  et  $p'$ , tous deux de la forme  $4e - 1$ , ne sont ni l'un ni l'autre résolubles en la somme de deux carrés ; leur produit  $pp'$ , quoique étant de la forme  $4e + 1$ , n'est pas résoluble non plus en la somme de deux carrés.*

Tel est le lemme qu'il s'agit de démontrer.

En admettant pour  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ , des valeurs imaginaires, nous pouvons poser les égalités,

$$p = \alpha^2 + \beta^2, \quad p' = \gamma^2 + \delta^2.$$

Nous savons (§ II) que, dans ce cas, l'équation

$$x^2 + y^2 = pp'$$

a pour solution (5)

$$x = \alpha\gamma \pm \beta\delta, \quad y = \alpha\delta \mp \beta\gamma,$$

et la question est de savoir si, dans le calcul nécessaire pour obtenir les valeurs numériques de  $x$  et de  $y$ , il arrive, ou non, que les symboles imaginaires soient éliminés et que l'on obtienne des valeurs réelles.

## I

Commençons par rechercher la forme que doivent prendre les imaginaires pour que  $p$  soit égal à la somme de deux carrés.

Posons par hypothèse, en désignant par  $a, b, c, d$ , des quantités réelles et entières qu'il s'agira de déterminer en fonction de  $p$  :



$$(a \pm b\sqrt{-1})^2 + (c \mp d\sqrt{-1})^2 = p. \quad (a)$$

Or  $p$  étant réel, les termes affectés d'imaginaires doivent disparaître dans le développement de cette égalité, c'est pour cela que nous avons pris avec des signes contraires les termes qui renferment  $\sqrt{-1}$ .

Développons notre égalité il vient :

$$a^2 - b^2 \pm 2ab\sqrt{-1} + c^2 - d^2 \mp 2cd\sqrt{-1} = p. \quad (b)$$

Pour que les termes imaginaires disparaissent, il faut et il suffit que l'on ait  $ab = cd$ , ou, ce qui revient au même, que l'on ait la proportion  $a : c :: d : b$ .

En faisant  $a = x\mu$ ,  $c = \lambda\mu$ ,  $d = x\nu$ ,  $b = \lambda\nu$ , notre proportion s'écrit  $x\mu : \lambda\mu :: x\nu : \lambda\nu$ , ce qui est la forme générale des proportions dont les termes sont des nombres entiers. Substituons ces valeurs de  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ , dans l'égalité (b), il vient après réduction :

$$x^2\mu^2 - \lambda^2\nu^2 + \lambda^2\mu^2 - x^2\nu^2 = p,$$

ou, ce qui est la même chose,

$$(x^2 + \lambda^2)(\mu^2 - \nu^2) = p. \quad (c)$$

Or  $p$  est un nombre premier dont les facteurs sont 1 et  $p$ ; de plus,  $p$  étant de la forme  $4e - 1$  ne peut être égal à  $x^2 + \lambda^2$ . Ainsi nous avons évidemment

$$(x^2 + \lambda^2) = 1; \quad (d)$$

$$(\mu^2 - \nu^2) = p. \quad (e)$$

L'égalité (d) ne peut subsister qu'en faisant  $x = 1$ ,  $\lambda = 0$ , ou bien  $x = 0$ ,  $\lambda = 1$ . Mais, vu la symétrie de nos égalités, la conclusion générale sera la même dans les deux cas, la marche du calcul présentera seule quelques différences.

Prenons  $x = 1$ ,  $\lambda = 0$ .

D'un autre côté l'égalité (e) peut se mettre sous la forme

$$(\mu - \nu)(\mu + \nu) = 1 \cdot p,$$

d'où nous tirons évidemment

$$\mu - \nu = 1, \quad \mu + \nu = p,$$

ce qui donne,

$$\mu = \frac{p+1}{2}, \quad \nu = \frac{p-1}{2}.$$

Or  $p$  étant un nombre impair, il s'ensuit que  $\mu$  et  $\nu$  sont des nombres entiers. Substituant les valeurs de  $x$ ,  $\lambda$ ,  $\mu$ ,  $\nu$ , dans l'expression de  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ , nous obtenons  $a = \frac{p+1}{2}$ ,  $b = 0$ ,  $c = 0$ ,  $d = \frac{p-1}{2}$ ; et notre égalité (a) devient :

$$\left(\frac{p+1}{2}\right)^2 + \left(\frac{p-1}{2}\sqrt{-1}\right)^2 = p. \quad (f)$$

En développant le premier membre on le trouve identique au second; en effet

$$\left(\frac{p^2 + 2p + 1}{4}\right) - \left(\frac{p^2 - 2p + 1}{4}\right) = \frac{4p}{4} = p.$$

Les quantités mises entre parenthèses dans (f) étant élevées au carré, nous n'avons pas à nous inquiéter de leurs signes. Telle est la seule manière dont  $p$ , nombre premier de la forme  $4e - 1$ , peut être décomposé en la somme de deux carrés.

*Exemple.* Soit  $p = 19$ ,  $x = \frac{19+1}{2} = 10$ ,  $y = \frac{19-1}{2}\sqrt{-1} = 9\sqrt{-1}$ .

$$\text{Or } 10^2 + (9\sqrt{-1})^2 = 100 - 81 = 19.$$

## II

Puisque nous avons  $\left(\frac{p+1}{2}\right)^2 + \left(\frac{p-1}{2}\sqrt{-1}\right)^2 = p$ ,

nous avons aussi  $\left(\frac{p'+1}{2}\right)^2 + \left(\frac{p'-1}{2}\sqrt{-1}\right)^2 = p'$ . Or

nous savons § II, que  $N$  étant égal à  $(\alpha^2 + \beta^2)(\gamma^2 + \delta^2)$ , l'équation  $x^2 + y^2 = N$  a pour solutions  $x = \alpha\gamma \pm \beta\delta$ ,  $y = \alpha\delta \mp \beta\gamma$ . Dans le cas actuel  $N = pp' =$

$$\left[\left(\frac{p+1}{2}\right)^2 + \left(\frac{p-1}{2}\sqrt{-1}\right)^2\right] \times \\ \left[\left(\frac{p'+1}{2}\right)^2 + \left(\frac{p'-1}{2}\sqrt{-1}\right)^2\right];$$

il en résulte que nous avons, en faisant

$$\alpha = \frac{p+1}{2}, \beta = \frac{p-1}{2}\sqrt{-1}, \gamma = \frac{p'+1}{2},$$

$$\delta = \frac{p'-1}{2}\sqrt{-1},$$

$$x = \frac{(p+1)(p'+1)}{4} \mp \frac{(p-1)(p'-1)}{4},$$

$$y = \left(\frac{(p+1)(p'-1)}{4} \mp \frac{(p-1)(p'+1)}{4}\right)\sqrt{-1}.$$

Ainsi pour  $x$  les imaginaires sont éliminées et les deux valeurs sont réelles; mais pour  $y$  les imaginaires n'ont pas disparu.

Il en résulte que l'équation  $x^2 + y^2 = pp'$  n'a aucune solution réelle. C. Q. F. D.

Si l'on développe et réduit les valeurs de  $x$  et de  $y$ , on obtiendra les deux solutions séparées :

$$1^0 \quad x = \frac{p+p'}{2}, \quad y = \frac{p-p'}{2}\sqrt{-1};$$

$$2^0 \quad x = \frac{pp'+1}{2}, \quad y = \frac{pp'-1}{2}\sqrt{-1}.$$

*Vérification :*

$$1^0 \quad x^2 + y^2 = \left(\frac{p+p'}{2}\right)^2 + \left(\frac{p-p'}{2}\sqrt{-1}\right)^2 = \\ \frac{p^2 + 2pp' + p'^2}{4} - \frac{p^2 - 2pp' + p'^2}{4} = \frac{4pp'}{4} = pp'.$$

$$2^0 \quad x^2 + y^2 = \left(\frac{pp'+1}{2}\right)^2 + \left(\frac{pp'-1}{2}\sqrt{-1}\right)^2 = \\ \frac{p^2p'^2 + 2pp' + 1}{4} - \frac{p^2p'^2 - 2pp' + 1}{4} = \frac{4pp'}{4} = pp'.$$

*Exemple :*  $p = 19$ ,  $p' = 11$ ,  $pp' = 209$ .

L'équation à résoudre est ainsi :

$$x^2 + y^2 = 209$$

$$1^0 \quad x = \frac{p+p'}{2} = \frac{19+11}{2} = 15, \quad y = \frac{p-p'}{2}\sqrt{-1} = \\ \frac{19-11}{2}\sqrt{-1} = 4\sqrt{-1};$$

$$15^2 - 4^2 = 225 - 16 = 209.$$

$$2^0 \quad x = \frac{pp'+1}{2} = \frac{209+1}{2} = 105, \quad y = \frac{pp'-1}{2}\sqrt{-1} = \\ \frac{209-1}{2}\sqrt{-1} = 104\sqrt{-1};$$

$$105^2 - 104^2 = 11025 - 10816 = 209.$$

## III

Nous pouvons faire ici une remarque qui ne nous semble pas dénuée d'intérêt. Les solutions imaginaires que nous venons de trouver pour les équations

$$\bullet \quad x^2 + y^2 = p, \quad x^2 + y^2 = pp',$$

ne sont autre chose, quand on supprime le facteur  $\sqrt{-1}$ , que les solutions réelles des équations

$$x^2 - y^2 = p, \quad x^2 - y^2 = pp'.$$

La résolution de l'équation générale

$$x^2 - y^2 = N \tag{g}$$

est extrêmement simple. Posons  $N = FF'$ , en prenant  $F > F'$ ; nous pouvons mettre l'équation (g) sous la forme :

$$(x + y)(x - y) = FF'.$$

Nous tirons de là :

$$x + y = F, \quad x - y = F';$$

et nous avons, en conséquence,

$$x = \frac{F + F'}{2}, \quad y = \frac{F - F'}{2}.$$

Pour que  $x$  et  $y$  soient des nombres entiers, il faut que  $F$  et  $F'$  soient tous deux des nombres pairs, ou tous deux des nombres impairs.

*Exemples.* Soit  $x^2 - y^2 = 40$ , les facteurs utiles de 40 sont : 2 et 20, ou 4 et 10.

Ainsi :

$$1^0 \quad x = \frac{20 + 2}{2} = 11, \quad y = \frac{20 - 2}{2} = 9.$$

En effet

$$11^2 - 9^2 = 121 - 81 = 40.$$

$$2^0 x = \frac{10+4}{2} = 7, \quad y = \frac{10-4}{2} = 3.$$

En effet

$$7^2 - 3^2 = 49 - 9 = 40.$$

Soit  $x^2 - y^2 = 117$ , les facteurs, tous utiles, de 117 sont : 1 et 117, 3 et 39, 9 et 13.

Ainsi :

$$1^0 x = \frac{117+1}{2} = 59, \quad y = \frac{117-1}{2} = 58,$$

$$59^2 - 58^2 = 3481 - 3364 = 117.$$

$$2^0 x = \frac{39+3}{2} = 21, \quad y = \frac{39-3}{2} = 18;$$

$$21^2 - 18^2 = 441 - 324 = 117.$$

$$3^0 x = \frac{13+9}{2} = 11, \quad y = \frac{13-9}{2} = 2,$$

$$11^2 - 2^2 = 121 - 4 = 117.$$

C'est ainsi que  $x^2 - y^2 = p$ , donne  $x = \frac{p+1}{2}$ ,  $y = \frac{p-1}{2}$ , résultats correspondants à la solution du § I; et

que  $x^2 - y^2 = pp'$ , donne,  $1^0 x = \frac{p+p'}{2}$ ,  $y = \frac{p-p'}{2}$ ,

et  $2^0 x = \frac{pp'+1}{2}$ ,  $y = \frac{pp'-1}{2}$ , résultats correspondants à la solution du § II.



**ERRATUM.** Bull., p. 492, sép. p. 16, ligne 8,  $x'' + y'' = N$ , lisez  $x'' + y'' = N'$ .

Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. XIII. N° 74.

## DEUXIÈME ÉTUDE

SUR LES

## SEICHES DU LAC LÉMAN

par

**F.-A. FOREL,**

Professeur à l'Académie de Lausanne.



Dans la *première étude sur les seiches du lac Léman* <sup>(1)</sup> que j'ai publiée en 1873, je suis arrivé aux faits suivants :

1<sup>o</sup> J'ai constaté que le phénomène des seiches consiste en un mouvement alternatif et répété d'élévation et d'abaissement du niveau de l'eau du lac dans le lieu de l'observation.

2<sup>o</sup> J'ai constaté que la hauteur de la dénivellation de l'eau, soit l'amplitude des seiches, est très variable. Très forte dans certains cas exceptionnels, ayant dépassé à Genève, le 3 octobre 1841, une amplitude de 2<sup>m</sup>,15, elle est ordinairement très faible, atteignant à peine quelques centimètres ou quelques millimètres.

3<sup>o</sup> J'ai constaté que la durée des seiches varie d'une oscillation à l'autre, d'un jour à l'autre <sup>(2)</sup> et d'une localité à l'autre. Le mouvement est plus lent à Genève qu'à Morges.

(1) Bull. Soc. Vaudoise Sc. nat. XII, p. 213 sq.

(2) Pour ces variations dans la durée des seiches dans la même localité voir plus bas.

4<sup>o</sup> Les seiches observées simultanément à Genève et à Morges, le 16 novembre 1854, ont présenté une durée fort différente, le mouvement étant beaucoup plus lent à Genève qu'à Morges.

5<sup>o</sup> En étudiant les détails intimes du phénomène, j'ai été amené à éliminer, pour le mouvement des seiches, l'idée de vagues d'oscillation progressive, et j'ai été conduit à en faire des *vagues d'oscillation fixe* dans la forme d'*oscillation de balancement* <sup>(1)</sup>.

6<sup>o</sup> Dans cette hypothèse, le mouvement d'oscillation de l'eau s'établirait suivant l'un ou l'autre des diamètres du lac, dans le lac Léman de Genève à Villeneuve <sup>(2)</sup>, suivant le grand diamètre du lac, et de Morges à Evian, suivant le petit diamètre.

7<sup>o</sup> En comparant les observations de seiches dont je disposais, avec les lois de l'oscillation de balancement, telles que j'ai pu les déterminer à l'aide d'un petit bassin à expériences, j'ai constaté que les faits présentés par les seiches correspondent suffisamment à cette hypothèse.

Je terminais en énumérant les observations que j'estimais devoir être faites pour l'étude ultérieure des seiches. J'ai pu en mener à bonne fin quelques-unes, et leur résultat confirme assez heureusement ma supposition que les seiches sont des vagues de balancement, pour que je publie en détail ces expériences dans cette *seconde étude*.

Supposons mon hypothèse démontrée. Je serai alors autorisé à faire les définitions suivantes. J'appelle :

(1) Le mouvement de l'eau qui balance dans une cuvette.

(2) Voir plus bas pour les oscillations établies suivant le grand diamètre du lac Léman (seiches longitudinales).



*Seiche*, la vague d'oscillation fixe établie suivant un diamètre quelconque du lac<sup>(1)</sup>.

*Seiche longitudinale*, la seiche oscillant suivant le grand diamètre du lac.

*Seiche transversale*, la seiche oscillant suivant le petit diamètre du lac.

*Seiche haute* et *seiche basse*, en analogie avec la marée de l'Océan, la moitié de la seiche pendant laquelle le niveau de l'eau est au-dessus ou au-dessous du niveau moyen<sup>(2)</sup>.

*Seiche ascendante* et *seiche descendante*, en analogie avec les vagues du vent, la moitié de la seiche pendant laquelle le niveau du lac monte ou descend.

---

(1) Je dois faire remarquer le changement que j'apporte ici dans la signification du mot *seiche*. Jusqu'à présent le mot *seiche* a été employé d'une manière très peu précise pour désigner le phénomène en général. Quand un batelier du lac Léman dit : « il y a seiche », cela signifie que les mouvements d'oscillation du niveau du lac sont apparents et visibles. Quand Vaucher nous parlait de « la seiche du 4 décembre 1802 », il décrivait la série de mouvements d'élévation et d'abaissement du niveau du lac qu'il observait ce jour-là. Je démontrerai plus bas que les seiches ont lieu constamment et sans interruption. Je suis ainsi forcé de changer la signification du mot et au lieu d'un sens général et indéterminé je lui donne une signification précise; j'en fait le parallèle du mot *vague*. Une *vague* du lac restera donc une ondulation spéciale du mouvement d'oscillation progressive, une *seiche* sera une des ondulations, une des vagues du mouvement d'oscillation fixe.

(2) J'appelle dans ces études niveau moyen du lac, sans autre désignation, le niveau moyen au jour de l'observation, c'est-à-dire la hauteur intermédiaire et moyenne entre les maximums et les minimums d'amplitude des seiches. Le terme de niveau moyen quand il se rapporte à des seiches n'a rien à faire avec le niveau moyen général du lac, intermédiaire et moyen entre les hautes eaux de l'été et les basses eaux de l'hiver.

## I

**Du Flémyramètre, appareil servant à mesurer la durée des seiches.**

Dans mes recherches de cette année, je ne me suis occupé que de la durée des seiches et très peu de leur amplitude. Je voulais, en effet, étudier le mouvement de dénivellation de l'eau en lui-même et en chercher les lois, vérifier si, comme je le supposais, la seiche est bien une vague de balancement, me rendre compte de la direction et des diamètres suivant lesquels elle oscille, déterminer si possible pour chaque lac et pour chaque point de la rive le rythme normal des seiches. Pour tous ces points de vue la durée des seiches était seule en question.

Quand plus tard je voudrai revenir à la cause même des seiches, quand je voudrai vérifier l'hypothèse de Vaucher, qui attribue les seiches ordinaires aux variations de la pression barométrique, quand je voudrai prouver que les seiches extraordinaires qui élèvent de plusieurs pieds le niveau de l'eau sont probablement dues à des tremblements de terre (Guillemin, Forel), quand je chercherai à démontrer que l'action du vent peut même être la cause de certaines de ces oscillations, comme nous l'avons vu dans le port de Morges<sup>(1)</sup>, alors j'aurai à m'adresser à l'amplitude des seiches; j'étudierai les seiches en comparant la hauteur de leur dénivellation.

Mais pour le moment, je ne m'attaque qu'à leur durée.

Il s'agissait avant tout de construire un appareil pour

(1) 1<sup>re</sup> étude, p. 23.

mesurer la durée des seiches, suffisamment sensible pour enregistrer les plus petites seiches dont l'amplitude n'atteint souvent pas même le millimètre, un appareil capable en même temps de noter les seiches les plus fortes et les plus amples, un appareil enfin disposé de telle sorte qu'il ne se laissât pas influencer par les vagues du vent ; l'appareil devait encore être assez transportable pour que je pusse facilement aller répéter mes observations sur les diverses rives de notre lac, et même sur d'autres lacs. L'appareil, que j'appelle *Plémyramètre* (de *πλημυρα*, marée), répond parfaitement à ces trois desiderata.

J'établis dans la grève un bassin de terre ou de métal, A. fig. 10, de telle sorte que le fond en soit à deux ou trois centimètres au-dessous du niveau moyen du lac NN'; si le lac est agité, je protège mon bassin contre les vagues par une digue suffisante en pierres. Je mets le bassin en communication avec le lac par un siphon en tube de caoutchouc *a a a a* ; ce siphon une fois amorcé, il se détermine des courants d'entrée du lac dans le bassin quand le niveau du lac est plus élevé, de sortie du bassin dans le lac quand le niveau du lac est plus bas que l'eau du bassin. Le mouvement d'élévation et d'abaissement du niveau de l'eau des seiches, se traduira donc par un mouvement alternatif d'entrée et de sortie de l'eau. Pour rendre visibles ces courants, j'intercale sur la longueur du siphon de caoutchouc et aussi près que possible du bassin, un tube de verre de même calibre *LB*, et dans ce tube je laisse circuler un flotteur *f*; aux deux extrémités du tube de verre, de petites spirales en fil de laiton, *s s*, empêchent le flotteur d'entrer dans le tube de caoutchouc. Ce flotteur, qui est une petite sphère en liège, allourdi par un peu de plomb jusqu'à la densité exacte

de l'eau, indique par ses déplacements les mouvements les plus faibles des courants d'entrée ou de sortie de l'eau.

Les dimensions de l'appareil que j'ai employé avec succès soit dans le lac Léman, soit dans d'autres lacs suisses sont :

Bassin de zinc. Longueur 37 centimètres, largeur 25, profondeur 12.

Longueur totale du siphon, 3 mètres.

Longueur du tube de verre, 30 centimètres.

Calibre du siphon de caoutchouc et du tube de verre, 7 millimètres de diamètre.

Diamètre du flotteur, 6  $\frac{1}{2}$  millimètres.

Etudions maintenant le jeu de cet appareil et voyons s'il fonctionne à souhait.

Le tube de communication, le siphon qui réunit les deux nappes d'eau, tend à les mettre à l'état d'équilibre, et toute dénivellation de l'une des deux nappes détermine un courant qui corrigera cette différence de niveau. Il en résulte que le niveau du bassin tend sans cesse à suivre dans ses dénivellations le niveau du lac et qu'il s'établit dans le bassin des variations de niveau dans le même sens que celles du lac ; il en résulte, d'autre part, que la direction des courants, indiquée par le flotteur, nous montre laquelle des deux nappes d'eau est la plus élevée.

Mais le calibre du siphon étant fort petit par rapport à la surface du bassin, la lumière du tube étant du reste obstruée en grande partie par la sphère de liège du flotteur, il ne peut entrer qu'une petite quantité d'eau dans le bassin quand il en faudrait beaucoup pour rétablir l'état

d'équilibre. Il en résulte que le niveau de l'eau dans le bassin est relativement fixe; c'est un niveau constant par rapport au niveau variable du lac.

Je représenterai le fait dans ma fig. 11.

Soit  $ABA'B'$  la courbe figurant le niveau du lac dans les différents temps de deux seiches successives. Soit  $a$  le moment où les deux nappes d'eau, celle du lac et celle du bassin de mon plémyramètre sont au même niveau; pendant tout le temps que la seiche sera haute, à savoir pendant la seconde moitié de la seiche ascendante  $AB$  et la première moitié de la seiche descendante  $BA'$ , en  $aBc$ , le niveau du lac étant plus élevé que celui du bassin, il s'établira dans le siphon un courant d'entrée qui relèvera le niveau de l'eau du bassin suivant la ligne  $a c$ . Pendant la seiche basse qui succédera, en  $cA'a'$ , au contraire le courant du siphon sera un courant de sortie qui abaissera légèrement le niveau de l'eau du bassin en  $ca'$ .

D'après cela, quand je vois le flotteur chassé contre l'arrêt  $B$ , du côté du bassin, je constate qu'il y a entrée de l'eau dans le bassin, que la seiche est haute. Quand le flotteur est du côté du lac, vers l'arrêt  $L$ , il y a seiche basse.

Je dis que la seiche haute ou basse est indiquée par la position du flotteur. Ce n'est pas parfaitement exact; en effet, nous avons vu qu'à chaque dénivellation du lac il entre ou sort une certaine quantité d'eau du bassin; que le niveau du bassin, quoique relativement fixe, oscille cependant autour du niveau moyen. Dans ma fig. 11, la ligne  $NN$  représente le niveau moyen, et par conséquent les points  $ghg'h'$ , où ce niveau coupe la courbe  $ABA'B'$  indiquent les moments où la seiche devient haute ou basse. Or les temps marqués par le transport du flotteur du plé-

myramètre précédent toujours de quelque chose ces moments.

Cette valeur *ag*, *ch*, etc., qu'il faut donc ajouter à l'heure indiquée par le plémyramètre, si l'on veut avoir le commencement exact de la seiche haute ou basse, cette valeur est-elle toujours la même ? Non.

D'une part, sa durée est commandée par la construction de l'appareil, par le jeu plus ou moins grand qui est laissé entre les parois du tube en verre du siphon et la sphère du flotteur. Moins il pourra s'écouler d'eau dans le siphon, plus le niveau du bassin sera constant, et plus petite sera cette valeur *ag*, *ch*.

D'une autre part, la durée de cette valeur dépend de l'amplitude des seiches. Si la dénivellation du lac est très forte, la différence de pression entre les deux colonnes d'eau qui agissent sur les deux extrémités du siphon sera très forte aussi, et l'eau sera chassée en plus grande quantité dans le tube. Si, au contraire, l'amplitude des seiches est faible, le niveau du bassin restera presque constant.

Quoiqu'il en soit, le plémyramètre donnera d'autant plus exactement le moment des seiches haute et basse que son bassin représentera mieux le niveau moyen, et pour cela que le flotteur fermera mieux l'orifice du tube, que le siphon aura un calibre plus faible relativement à la surface du bassin, enfin que le siphon lui-même sera plus long.

Nous verrons plus loin qu'il est une autre manière de sensibiliser le plémyramètre en lui donnant des proportions et des qualités inverses de celles que nous recherchons à présent.

Comme j'aurai à utiliser fréquemment les constructions graphiques, je dois expliquer le mode de notation que j'ai adopté.

La ligne  $mnop$   $m'n'o'p'$  de la fig. 11, me servira à cette démonstration. Je désigne par une ligne oblique de bas en haut  $mn$  le transport du flotteur de l'arrêt  $L$  à l'arrêt  $B$ , indiquant le commencement du courant d'entrée ou le commencement de la seiche haute. Le trait horizontal  $no$  sur la ligne supérieure représente le temps pendant lequel le flotteur est accollé contre l'arrêt  $B$  du côté du bassin ; la longueur de ce trait indique la durée de la seiche haute.

Le trait oblique de haut en bas  $op$  indique le transport du flotteur vers l'arrêt  $L$ , du côté du lac, le commencement de la seiche basse. La ligne  $pm'$  représente la durée de la seiche basse.

Dans toutes les figures qui vont suivre à partir de la fig. 14, l'échelle adoptée pour les temps est de  $1^{\text{mm}}$  pour une minute.

Je viens d'expliquer le fonctionnement général du plémyramètre. Suivons-le maintenant dans ses détails.

1<sup>o</sup> La sensibilité de l'appareil peut être augmentée à volonté. Comme c'est par le déplacement d'un flotteur, sous l'influence des courants, que se fait l'observation, plus ces courants seront énergiques, plus l'observation sera facilitée. Or, nous augmenterons à volonté l'intensité des courants en agrandissant la surface du bassin ou en diminuant le calibre du siphon. J'ai indiqué les dimensions de l'appareil qui a fonctionné très suffisamment pour mes observations dans tous les lacs suisses où je l'ai mis en activité<sup>(1)</sup>.

(1) Je dois cependant faire remarquer que la sensibilité de mon plémyramètre n'était pas tout-à-fait suffisante pour l'étude que j'ai faite des seiches du petit lac de Bret, comme nous le verrons plus bas.

2<sup>o</sup> Je puis calculer la sensibilité de l'appareil de la manière suivante. Etant donnée, la lumière du siphon de 7<sup>mm</sup> de diamètre, la surface du tube est de 38,5 millimètres carrés. Un déplacement du flotteur de un centimètre correspond donc à l'entrée ou à la sortie de 385 millimètres cubes d'eau. Si cette quantité est répartie à la surface de mon bassin de 925 centimètres carrés, elle représente une épaisseur d'eau de 0,004 millimètres. Or, un déplacement du flotteur de un centimètre à droite ou à gauche, est bien facile à constater. La sensibilité de mon plémyramètre pourrait donc être estimée donner une dénivellation de 4 millièmes de millimètres, si nous ne devons pas faire entrer en ligne de compte les frottements contre les parois du siphon et l'inertie de l'eau.

Quoiqu'il en soit, l'appareil pourra être porté au degré de sensibilité que l'on voudra et nous pourrions mesurer les seiches les plus faibles et les moins amples avec un plémyramètre bien institué.

3<sup>o</sup> Mais, dira-t-on, si votre appareil est aussi sensible, son jeu sera nécessairement troublé par les vagues du vent; chaque vague qui élèvera le niveau de l'eau de quelques centimètres, de quelques millimètres même, se traduira par un mouvement énorme du flotteur et masquera le mouvement plus lent et plus doux des seiches.

Cet inconvénient n'a pas lieu d'une manière gênante pour l'observation et la raison en est la suivante :

L'inertie de l'eau ralentit tellement le mouvement dans les tubes relativement minces du siphon que l'effet de déplacement du flotteur causé par les dénivellations de l'eau en est très notablement retardé; il en résulte que l'effet des vagues rapides du vent est presque complètement annulé, et ne commence à se faire sentir que lorsque les



vagues sont très lentes, c'est-à-dire très larges. Cet extinction de l'effet des vagues s'obtient en allongeant la longueur du siphon. Si je jugeais utile d'observer les seiches par un temps de très fortes vagues, j'y arriverais en augmentant suffisamment la longueur de mon siphon. Avec l'instrument dont j'ai donné les dimensions et dont le siphon a une longueur totale de 3 mètres, tant que la vague a une largeur inférieure à 1 mètre, ce qui correspond à une durée moindre de 1.4 seconde, le déplacement du flotteur ne dépasse pas 2 à 3 centimètres à chaque vague, alors qu'il oscille librement au milieu du tube de verre. Or, ce déplacement du flotteur par l'action des vagues du vent se fait d'une manière toute particulière et ne peut être confondu avec le mouvement plus lent, plus majestueux des seiches.

Voici, en effet, quel serait le mouvement du flotteur, supposé un jour de fortes seiches et le lac agité par des vagues d'une seconde de durée (environ 80 centimètres de largeur).

Prenons l'instrument à l'état d'équilibre au milieu de la seiche ascendante alors que le flotteur ayant quitté l'arrêt *L* est à moitié longueur du tube de verre. Nous voyons le flotteur osciller de droite à gauche, d'une longueur de un ou deux centimètres à chaque seconde, nous le voyons traduire ainsi l'effet de chaque vague. La seiche ascendante pousse le flotteur oscillant ainsi jusqu'à l'arrêt *B*; pendant un instant il oscille encore, mais les amplitudes de l'oscillation vont en diminuant sans cesse, et lorsque la différence de niveau entre le lac et l'eau du bassin est devenue assez forte pour que la pression se fasse sentir d'une manière un peu intense sur le flotteur, celui-ci est accollé contre l'arrêt et ne bouge plus. Plus tard la seiche

descend, le niveau du lac s'abaisse et tend à s'égaliser avec l'eau du bassin, la pression de l'eau contre le flotteur diminue, et nous commençons à le voir osciller; il se sépare faiblement d'abord de l'arrêt qu'il revient toucher après chaque oscillation, mais enfin la seiche basse s'accroissant positivement, il quitte l'arrêt *B* pour se diriger vers l'arrêt *L*, et ainsi de suite.

C'est ce que j'exprime graphiquement dans la fig. 13 où les mouvements du flotteur dus à l'action des vagues brodent sur la courbe représentant la seiche<sup>(1)</sup>.

Dans la pratique, pour n'être pas dérangé par ces petites oscillations des vagues, et pour permettre entre diverses observations une comparaison plus exacte, j'ai renoncé à noter le moment où le flotteur se décolle en quittant l'arrêt contre lequel il a été appliqué par la pression de l'eau pendant la demi-seiche précédente, et je note l'instant précis où le flotteur atteint (pour la première fois s'il y a des oscillations de vagues) l'arrêt vers lequel il se dirige (*n*, *p*, *n'*, *p'* de la fig. 13).

De cette manière, je ne commence à compter le commencement de la seiche haute ou de la seiche basse, que lorsqu'il est déjà entré ou sorti du bassin une certaine quantité d'eau. Cette quantité constante est dans mon appareil de 9,6 centimètres cubes, qui, répartis sur la surface du bassin, forment une couche d'eau de 0,1 millimètre d'épaisseur.

Quant au temps que met le flotteur pour se transporter dans la longueur du tube, il est très variable suivant les allures de la seiche.

(1) Dans cette figure les temps sont représentés à une échelle quelconque.

J'ai quelquefois noté la durée de ce transport. Ainsi dans l'obs. LXXXIX, fig. 65, elle a été en moyenne de 71 secondes, variant de 30 à 150 secondes.

L'erreur que je commets ainsi en comptant le commencement de la seiche haute ou basse au moment où le flotteur arrive à l'arrêt vers lequel il se dirige et non au moment où il quitte celui contre lequel il était accolé, cette erreur est de sens contraire de celle que je commets en supposant le niveau de l'eau fixe et invariable dans le bassin de mon plémyramètre (voir plus haut); ces deux erreurs dont l'importance est à peu près égale, tendent donc à s'annuler.

Il arrive parfois que le flotteur, tout en se décollant de l'arrêt, n'aie pas une impulsion suffisante pour traverser tout le tube et atteindre l'autre index; dans ce cas, le flotteur revient au bout d'un instant se recoller contre l'arrêt qu'il venait de quitter. C'est ce que j'appelle une demi-oscillation et ce que j'ai traduit dans mes figures par de petits crochets, par exemple fig. 46 *a a*, fig. 51, fig. 55, etc.

---

## II

### **Seiches normales de Morges. Seiches transversales du Léman.**

Etant ainsi donné mon appareil, j'avais à l'appliquer à l'étude du lac et à le voir fonctionner, à étudier grâce à lui les seiches, leur rythme et leurs allures.

Je commencerai par l'utiliser pour les seiches de Morges. C'est la localité en effet, où j'ai le plus longtemps étudié ce mouvement de l'eau, et qui m'a donné le

plus grand nombre d'observations; c'est là que j'ai été à même de suivre le mieux le phénomène.

Je dispose de 44 observations faites à Morges à l'aide de mon plémyramètre, représentant une durée totale de 1850 minutes environ, soit près de 31 heures d'observation. Comme l'étude que j'entreprends actuellement est nouvelle, comme j'ai à marcher dans un terrain absolument inexploré, et à me frayer mon chemin sans guide et sans appui, je crois prudent de publier ici toutes ces observations; celles qui ont bien réussi, comme celles qui semblent moins heureuses, celles qui coïncident facilement avec la théorie telle que je la comprends et celles qui y semblent rebelles. Seulement, comme ces observations, lorsqu'elles sont données en chiffres et en minutes ou secondes, sont fort difficiles à lire et à interpréter, comme au contraire données sous la forme graphique, elles parlent mieux et plus rapidement à l'esprit, c'est surtout sous la forme de figures que je rapporterai ces observations de seiches, et je serai autant que possible sobre de chiffres.

L'étude des chiffres, figures et dessins des seiches observées à Morges du 5 octobre 1873 à aujourd'hui (février 1875), m'a conduit aux résultats suivants :

1<sup>o</sup> Il y a toujours un mouvement appréciable dans le niveau de l'eau du lac, et ce mouvement se traduit toujours sous la forme d'oscillations du niveau, qui alternativement s'élève et s'abaisse. Ces oscillations sont le plus souvent très faibles; leur amplitude atteint rarement un centimètre, le plus souvent elles sont de un millimètre ou même moins. Mais à l'aide d'un plémyramètre suffisamment sensible, je constate toujours ces oscillations. Jamais je n'ai mis en jeu mon appareil sans reconnaître l'existence de seiches.

2° Sur mes 44 observations, il en est 9 anormales que je laisse de côté pour le moment et dont j'étudierai plus loin la signification (fig. 48 à 55 *bis*.)

3° Les 35 observations (fig. 14 à 47) qui me restent, présentent un caractère très évident, très remarquable et très facile à constater, c'est que les mouvements d'oscillation de l'eau ne sont point irréguliers, fortuits, tantôt plus grands, tantôt plus petits, mais ils sont soumis à un rythme très reconnaissable.

4° Ce rythme, s'il est évident et reconnaissable au premier coup d'œil, sur les tracés graphiques en particulier, n'en est pas moins soumis à certaines variations.

J'en donnerai une idée en indiquant la durée en secondes des temps de quelques seiches observées à Morges; j'ai pris mes observations en ordre de date, sans les trier ni les choisir.

| Date.  | N°    | Fig. | Seiche<br>haute. | Seiche<br>basse. | Date.              | N°     | Fig. | Seiche<br>haute. | Seiche<br>basse. |
|--------|-------|------|------------------|------------------|--------------------|--------|------|------------------|------------------|
| 1873   |       |      |                  |                  | 1873               |        |      |                  |                  |
| 5 oct. | XXI   | 14   | 105              | 175              | 7 oct.             | XXVII  | 20   | —                | 455              |
|        |       |      | 415              | 305              |                    |        |      | 225              | 310              |
|        |       |      | 385              | 395              |                    |        |      | 370              | 400              |
|        |       |      | 230              | 855              | 9 oct.             | XXVIII | 21   | —                | 255              |
|        |       |      | 230              | 490              |                    |        |      | 255              | 295              |
|        |       |      | 295              | 290              |                    |        |      | 525              | —                |
| 6 oct. | XXII  | 15   | 545              | 235              | 11 oct.            | XXIX   | 22   | 435              | 380              |
|        |       |      | 490              | 390              |                    |        |      | 110              | 325              |
|        |       |      | 585              | —                | — —                | XXX    | 23   | —                | 300              |
| 7 oct. | XXIII | 16   | 500              | 455              |                    |        |      | 355              | 395              |
|        |       |      | 115              | 445              | 12 oct.            | XXXI   | 24   | 355              | 600              |
|        |       |      | 205              | 340              | 18 oct.            | XXVI   | 19   | 405              | 350              |
|        |       |      | 235              | —                | — —                | XXXV   | 28   | 455              | 345              |
| — —    | XXIV  | 17   | —                | 270              | et ainsi de suite. |        |      |                  |                  |
|        |       |      | 315              | —                |                    |        |      |                  |                  |

Ces chiffres sont assez différents les uns des autres, et au premier abord on peut me reprocher de rechercher un rythme dans des mouvements dont la durée est aussi variable. Quand nous comparerons à ces chiffres les valeurs trouvées dans d'autres lacs, nous verrons bien que cette idée d'un rythme propre à chaque localité est justifiée; mais même en étudiant simplement ces durées des demi-seiches de Morges, nous constaterons que ce rythme dont je parle existe bien en réalité.

5° Si je réunis les observations que je possède, me donnant un total de 73 seiches hautes, et 68 seiches basses, en tout, 141 demi-seiches, je reconnais que sur ce nombre il en est

| 4 dont la durée est inférieure à 100 secondes, |   |                  |   |  |
|------------------------------------------------|---|------------------|---|--|
| 17                                             | » | entre 100 et 200 | » |  |
| 46                                             | » | » 200 » 300      | » |  |
| 39                                             | » | » 300 » 400      | » |  |
| 20                                             | » | » 400 » 500      | » |  |
| 7                                              | » | » 500 » 600      | » |  |
| 2                                              | » | » 600 » 700      | » |  |
| 1                                              | » | » 700 » 800      | » |  |
| 1                                              | » | » 800 » 900      | » |  |
| 0                                              | » | » 900 » 1000     | » |  |
| 1                                              | » | » 1000 » 1100    | » |  |
| 1                                              | » | » 1100 » 1200    | » |  |

Ce tableau montre bien que la durée de ces demi-seiches varie entre 100 à 600 secondes et surtout entre 200 à 400; qu'elle est variable dans de certaines limites, mais en oscillant, en variant autour d'une moyenne<sup>(1)</sup>.

(<sup>1</sup>) Je ferai remarquer que cette conclusion corrige ce qu'il y avait de trop absolu dans les affirmations de ma première

Cette moyenne, pouvons-nous nous hasarder à la donner ? Il est de règle de ne chercher des valeurs moyennes qu'entre des chiffres fort semblables ; quand les différences sont trop fortes, c'est qu'il existe trop d'éléments inconnus d'irrégularité, et l'on ne peut établir aucun fondement sur ces moyennes. Or, comme nous sommes ici en présence de chiffres très dissemblables, l'erreur possible risque d'être très forte. Mais les observations que j'ai des seiches de Morges sont en nombre suffisant pour réduire notablement l'erreur de la moyenne. Et, du reste, c'est seulement en tirant la valeur moyenne de mes observations dans différents lacs que je pourrai les comparer ensemble.

J'éliminerai les demi-seiches, dont la valeur est trop aberrante, celles qui sont inférieures à 100 secondes et supérieures à 800, seiches sur lesquelles nous aurons à revenir plus loin, et je tire la moyenne arithmétique de 132 demi-seiches observées à Morges. Cette moyenne est de 315 secondes, avec une erreur à craindre de  $\pm 9$  secondes.

D'où je tire la valeur moyenne de la seiche entière à Morges de 630 secondes.

Ces quelques chiffres suffiront, je l'espère, à représenter les allures des seiches à Morges.

étude au sujet de la durée des seiches. J'avais remarqué que cette durée était différente d'une seiche à l'autre, d'un jour à l'autre dans la même localité, et différente aussi d'une localité à l'autre. Aujourd'hui je prouverai d'une manière plus complète ce dernier point que le rythme est différent dans des localités différentes. Mais pour ce qui regarde la même localité je trouve beaucoup plus tôt une analogie très grande dans la durée des diverses seiches plutôt qu'une différence. Je suis plus frappé par la similitude que par la dissemblance.

6<sup>o</sup> Dans ma première étude sur les seiches <sup>(1)</sup>, je me suis déjà occupé de ce mouvement des seiches de Morges, et j'étais arrivé à des résultats fort différents. La durée des seiches entières variait entre 160 et 415 secondes, et les moyennes que je tirais de douze observations différentes, représentant 93 demi-seiches, était de 264 secondes pour la durée de la seiche entière. Or, actuellement, j'arrive à un chiffre plus de deux fois plus fort, soit 630 secondes.

Nous aurons plus loin à rechercher l'origine et la signification de cette différence.

7<sup>o</sup> J'appelle, quitte à justifier plus tard aussi cette détermination, seiches transversales du Léman, ces seiches de 630 secondes de durée que j'observe à Morges.

---

### III.

#### **Seiches longitudinales du lac Léman étudiées à Veytaux, Evian et Morges.**

En terminant ma première étude, j'étais arrivé à la conclusion que les seiches sont des vagues de balancement oscillant d'une rive à la rive opposée, suivant l'un ou l'autre des diamètres du lac. Me fondant sur la différence de durée des seiches à Genève et à Morges, je voyais dans les seiches rapides que je constatais à Morges des vagues de balancement établies suivant le petit diamètre du lac de Morges à Evian ; je voyais, au contraire, dans les longues seiches étudiées à Genève par Vaucher de grandes vagues de balancement établies suivant le

(1) 1<sup>re</sup> étude, p. 15 sq.



grand axe du lac de Genève à Villeneuve. Les seiches de Morges seraient donc, conformément à la définition donnée au commencement de cette nouvelle étude, des seiches transversales, les seiches de Genève des seiches longitudinales.

Mais, pour juger cette question, je demandais entre autres que l'on mesurât exactement la durée des seiches à l'extrémité orientale du lac, et que l'on constatât si cette durée ne coïnciderait pas plutôt avec la durée des seiches de Genève, évaluée à 1590 secondes d'après les observations de Vaucher, plutôt qu'avec la durée des seiches de Morges, que j'avais établie à 264 secondes.

Je tenais à cœur de répondre moi-même à cette question, et le 28 septembre 1873, j'allai m'établir à Veytaux pour observer les seiches de l'extrémité même du lac. Le temps était splendide ; le baromètre était très haut et presque immobile, le lac plat comme un miroir. C'était, d'après tout ce que nous savions des seiches, des conditions déplorable pour l'observation ; les seiches devaient être nulles ou presque nulles. Aussi, c'est pour les constater et les mesurer, même dans ces conditions si peu propices, que j'imaginai le plémyramètre décrit plus haut. Cet appareil fonctionna à souhait, et du 28 septembre au 4 octobre, je le mis huit fois en activité, et toujours, dans toutes ces observations, j'obtins un mouvement très évident des seiches. C'est alors qu'en considérant les conditions particulièrement peu favorables pour l'observation des seiches dans lesquelles je m'étais trouvé, remarquant que lors même que tout semblait réuni pour supprimer ce mouvement, cependant je pouvais encore constater l'existence de seiches, c'est alors que je formulai le post-scriptum de ma première étude, ainsi conçu : « Les seiches ne

sont pas, comme on l'a cru jusqu'à présent, un phénomène accidentel ; elles existent normalement, et c'est leur absence qui est le fait exceptionnel. »

Cette continuité du mouvement des seiches, je l'ai depuis vérifiée dans mes nouvelles observations de Morges, et j'aurai à revenir sur ce fait important.

J'avais établi mon plémyramètre près de l'embouchure de la Veraie, et, par conséquent, non loin du point de la rive où l'axe longitudinal du lac vient aboutir à la terre ferme (le point exact serait le château de Chillon). Je pouvais donc espérer avoir de vraies seiches longitudinales et en constater facilement la durée.

Dès le premier jour, je m'aperçus que j'avais affaire à un rythme tout autre que celui de Morges. Voici, en effet, les chiffres de mes observations de Veytaux, donnant en secondes la durée des deux temps des diverses seiches :

| Date.                | N°     | Fig. | Seiche haute. | Seiche basse. | Date.  | N°   | Fig. | Seiche haute. | Seiche basse. |
|----------------------|--------|------|---------------|---------------|--------|------|------|---------------|---------------|
| 1873                 |        |      |               |               | 1873   |      |      |               |               |
| 29 sept.             | LXV    | 57   | —             | 1610          | 2 oct. | LXX  | 62   | —             | 1235          |
|                      |        |      | 655           | 1195          |        |      |      | 1220          | 1115          |
| 30 sept.             | LXVI   | 58   | 550           | 510           |        |      |      | 675           | 1235          |
|                      |        |      | 1680          | 1630          | 3 oct. | LXXI | 63   | 980           | 1130          |
|                      |        |      | 650           | —             |        |      |      | 225           | 430           |
| 1 <sup>er</sup> oct. | LXVIII | 60   | —             | 190           |        |      |      | 485           | 745           |
|                      |        |      | 665           | 1900          |        |      |      | 1135          | 160           |
|                      |        |      | 505           | 1040          |        |      |      | 565           | 585           |
|                      |        |      | 560           | —             |        |      |      | 620           | —             |
| 2 oct.               | LXXIII | 64   | —             | 880           | 4 oct. | LXIX | 61   | —             | 390           |
|                      |        |      | 1160          | 1065          |        |      |      | 350           | 980           |
|                      |        |      | 945           | —             |        |      |      | 705           | 1260          |

Si je reprends ces chiffres, et si je les établis en séries, comme je l'ai fait pour les seiches de Morges, je reconnais qu'il y a en fait de demi-seiches :

| 2 de 100 à 200 secondes. |           |   | 1 de 800 à 900 secondes. |             |   |
|--------------------------|-----------|---|--------------------------|-------------|---|
| 1                        | 200 » 300 | » | 3                        | 900 » 1000  | » |
| 2                        | 300 » 400 | » | 2                        | 1000 » 1100 | » |
| 3                        | 400 » 500 | » | 5                        | 1100 » 1200 | » |
| 6                        | 500 » 600 | » | 4                        | 1200 » 1300 | » |
| 6                        | 600 » 700 | » | et enfin                 |             |   |
| 2                        | 700 » 800 | » | 4 au-dessus de 1300      |             |   |

La moyenne générale que je tire de tous ces chiffres est de 1783 secondes pour la vague entière. C'est, comme on le voit, un chiffre absolument différent de ceux que m'ont donné mes observations de Morges, aussi bien la première série 264 que la deuxième, 630 secondes. La valeur moyenne se rapproche beaucoup plus de celle des seiches de Genève. Je conclus de là à la confirmation de mon hypothèse, de l'existence de seiches longitudinales du lac, distinctes des seiches transversales.

Si je reviens à mon tableau des seiches de Veytaux, je retrouve un fait que nous aurons encore à signaler à Morges et ailleurs, à savoir l'existence dans la même localité de seiches à rythmes différents. Dans ce tableau, où j'ai établi les 41 demi-seiches dont j'ai l'observation en série d'après leur durée, je vois deux groupes bien évidents et bien prononcés, l'un comprenant 17 demi-seiches, dont la durée varie entre 300 et 700 secondes, l'autre 14 demi-seiches, dont la durée varie entre 900 et 1300. Si je sépare ces deux groupes et si j'en cherche la durée moyenne, je trouve :

1<sup>er</sup> groupe, durée moyenne demi-seiche, 548 secondes;  
seiche entière, 1096 »

2<sup>e</sup> groupe, durée moyenne demi-seiche, 1121 secondes ;  
seiche entière, 2242 »

J'aurai à revenir plus tard sur cette distinction.

Les observations de seiches que j'ai faites à Veytaux, rapprochées de celles que Vaucher avait décrites à Genève, nous montrent un rythme totalement différent de celui que nous avons étudié à Morges, et beaucoup plus long que lui. En rapprochant ce fait de tout ce que nous avons constaté au sujet des seiches du lac Léman, nous sommes autorisé à considérer ces grandes oscillations de Veytaux et de Genève comme étant des seiches longitudinales, des vagues de balancement établies suivant le grand axe du lac de Chillon à Genève.

Mais dans l'hypothèse que les seiches sont des vagues de balancement, ces longues seiches longitudinales, si elles ont leur maximum d'amplitude aux deux extrémités du grand diamètre du lac, elles doivent cependant être sensibles sur tout le reste du bassin, à l'exception de la ligne formant nœud d'oscillation, de la ligne perpendiculaire au grand axe, à égale distance de chaque extrémité. Sur cette ligne, le niveau de l'eau doit être stationnaire, et le mouvement des seiches longitudinales ne se manifester que par un très léger déplacement horizontal de l'eau. Dans toutes les autres régions du lac, la seiche longitudinale doit être sensible et se traduire par une dénivellation de l'eau, dont l'amplitude doit être d'autant plus forte que le lieu de l'observation sera plus rapproché de l'une des extrémités du grand axe.

Il s'ensuit que je dois pouvoir retrouver la seiche longitudinale ailleurs qu'à Chillon et à Genève ; et, dans le fait, je l'ai constatée à Evian et à Morges, deux points qui

ne sont donc pas sur la ligne de nœud de l'oscillation longitudinale du lac.

C'est ainsi du moins que j'interprète de grandes et longues oscillations que j'ai constatées à Evian et qui sont représentées dans les figures 65, 66, 67 et 68.

Étudions en détail ces seiches ; elles nous amèneront à une conclusion importante :

L'observation LXXXVIII, fig. 67, nous donne une seiche très simple, formée par une magnifique et très longue oscillation.

La durée de la seiche basse a été de 3115 secondes.

» » haute » 1915 »

Les seiches nos LXXXVI et LXXXVII, fig. 66 et 68, sont un peu plus compliquées ; pendant la durée des seiches hautes ou basses, le flotteur se décollait de temps en temps, et je pouvais noter ce que j'ai appelé des demi-oscillations ; les demi-oscillations sont encore plus fréquentes dans l'observation n° LXXXIX, fig. 65.

Mais dans les seiches n° LXXXIX observées à Evian le 16 janvier 1875, nous trouvons quelque chose de plus ; en outre des demi-oscillations qui brodent sur les grands mouvements de longues seiches, nous voyons à la fin de chaque grande ondulation une ou deux ondulations plus courtes, nous voyons alterner des mouvements très longs et des mouvements très courts. Voici, en effet, les chiffres de cette observation (je néglige les demi-oscillations).

|          | Seiche haute. | Seiche basse. |
|----------|---------------|---------------|
| Fig. 65. | —             | 240 secondes. |
|          | 250 secondes. | 1580 »        |
|          | 200 »         | 190 »         |
|          | 2065 »        | 180 »         |
|          | 180 »         | 2115 »        |
|          | 220 »         | 130 »         |

Si nous lisons ces chiffres comme ils doivent se lire, dans la succession naturelles des moments, 240, 250, 1580, 200, 190, 2065, 180, 180, 2115, etc., nous reconnaissons les séries alternatives suivantes : deux demi-seiches très rapides de 130 à 250 secondes de durée. Puis une demi-seiche très longue, de 1580 à 2115 secondes. Puis de nouveau deux demi-seiches courtes, et ainsi de suite. Il y a là dans ces alternatives quelque chose de frappant, qui doit être interprété. Voici l'explication que nous en proposerons :

Si nous supposons, comme dans la fig. 12, que deux oscillations d'ordre différent font varier en même temps le niveau de l'eau, d'une part, de grandes oscillations, que nous appellerons seiches de premier ordre,  $FG$ ,  $F'G'$ , plus lentes et plus amples, d'une autre part, de petites oscillations, seiches de second ordre,  $fg$ ,  $f'g'$ ,  $f''g''$ , etc., plus courtes et moins amples que les premières, le plémyramètre traduira par les mouvements de son flotteur une courbe analogue à la ligne  $H H'$  de cette figure 12 : Voici en effet ce qui se passera : Indépendamment des petites oscillations des seiches de second ordre, et malgré ces oscillations, le niveau général de l'eau du lac restera supérieur ou inférieur à celui du bassin du plémyramètre pendant la plus grande partie de la seiche haute ou de la seiche basse de l'oscillation de premier ordre ; ce ne sera qu'à la fin de chacun de ces mouvements, alors que le niveau du lac sera presque redevenu égal au niveau du bassin, que le plémyramètre traduira, par les déplacements de son flotteur, les seiches de second ordre ( $k$ ,  $k'$ ,  $k''$  de la fig. 12).

La figure 65 qui représente nos seiches d'Evian, présente une telle analogie avec la ligne  $H H'$  de la fig. 12,

dont nous venons d'analyser l'origine, qu'il nous est impossible de lui chercher une autre signification. Nous admettrons donc que le 16 janvier 1875 il y avait à Evian deux ordres de dénivellations, brochant les unes sur les autres, à savoir :

1<sup>o</sup> Des seiches de 1<sup>er</sup> ordre très longues et relativement plus amples; cependant n'étant pas tellement amples que les seiches de 2<sup>e</sup> ordre n'aient pu se traduire par des demi-oscillations.

2<sup>o</sup> Des seiches de second ordre beaucoup plus rapides et plus courtes qui se traduisaient au plémyramètre par des oscillations entières quand les niveaux approchaient de l'égalité, par des demi-oscillations quand les seiches de premier ordre étaient au maximum ou au minimum de leur dénivellation.

Cela nous amène à la notion nouvelle et très importante que des seiches de différends ordres peuvent se superposer les unes aux autres, coexister dans la même localité les unes avec les autres, broder les unes sur les autres. De même que dans les vagues du vent l'on voit les grandes lames moirées à leur surface par les petites rides, de même dans les seiches d'oscillation fixe, nous voyons de petites seiches courtes et rapides faire varier le niveau au-dessus et au-dessous de la courbe générale tracée par les oscillations de premier ordre.

Telle est l'interprétation que je propose aux observations dont je m'occupe actuellement; nous retrouverons des faits analogues dans d'autres circonstances.

Cela étant admis, j'expliquerai comme suit les deux ordres de seiches que nous venons d'analyser<sup>(1)</sup>.

(<sup>1</sup>) Cette explication est purement conjecturale. Elle ne repose

1<sup>o</sup> La seiche de premier ordre serait la seiche longitudinale (ou une des seiches longitudinales) du lac Léman.

2<sup>o</sup> Les seiches de second ordre qui se traduisent par les demi-oscillations des fig. 65, 66 et 68 et par les oscillations rapides et courtes de la fig. 65 et de la fin de la fig. 68, ces seiches de second ordre seraient les seiches transversales du lac Léman, analogues à celles que nous avons étudiées à Morges dans le paragraphe précédent.

Dans cette hypothèse, l'observation LXXXVII, fig. 68, par exemple, s'interpréterait ainsi : De 10 heures à midi et 30 min. des seiches longitudinales très belles et régulières ; de 11 heures 25 minutes à midi quelques seiches transversales très faibles ne se traduisant que par des demi-oscillations ; à partir de midi et 35 minutes, seiches transversales très fortes masquant presque complètement les oscillations des seiches longitudinales de premier ordre.

Le même fait que nous venons d'exposer nous le retrouvons dans un certain nombre de nos observations de Morges, celles que nous avons laissées de côté et sur lesquelles nous allons actuellement revenir. Observations LV, LVI, LVII, LVIII, LX, LXI, LXII et peut être LIII au commencement. (Voir fig. 46, 48 à 55). Ces seiches ne sont pas aussi précises et aussi faciles à interpréter que celles de l'observation LXXXIX d'Evian ; l'on n'y voit pas aussi nettement les deux ordres d'oscillation. Mais après les avoir étudiées avec attention et les avoir soigneusement criti-

sur aucune expérience directe, mais j'y arrive en généralisant les données que m'a fournies une étude très longue déjà de ces phénomènes. Cette détermination des seiches longitudinales et transversales est assez en harmonie avec les faits que nous apprendra la comparaison des seiches dans des lacs de dimensions différentes.



quées, je crois que l'on ne peut interpréter autrement ces observations qui diffèrent absolument par leurs allures de tout ce que nous avons vu jusqu'à présent à Morges. Je constate, en comparant leurs tracés graphiques, que partout dans ces 8 observations, il y a de longues seiches, d'une durée incomparablement plus grande que celle des petites seiches de 630 secondes des observations XIV à LIV; que ces longues seiches sont brodées par de petites seiches courtes et rapides correspondant pour leurs allures aux seiches normales de Morges. Si je ne fais erreur, nous avons là, mais partiellement et d'une manière moins distincte le même fait qui est si brillamment figuré dans l'observation LXXXIX.

Cette coexistence de deux ordres de seiches est du reste une conséquence forcée de ce que nous avons vu jusqu'à présent. Nous avons constaté qu'à Veytaux il y avait constamment un mouvement de seiches que nous avons estimé être les seiches longitudinales du lac; nous avons constaté qu'à Morges il y a constamment aussi un mouvement que nous avons estimé appartenir aux seiches transversales. L'existence continue et constante de ces deux mouvements entraîne nécessairement leur coexistence dans tous les points où l'un des deux n'est pas annulé, dans tous les points par conséquent qui ne sont pas sur la ligne du nœud de l'oscillation. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que nous trouvions les deux ordres de seiches brochant les unes sur les autres, et nous pouvons tirer de cela une confirmation nouvelle de la justesse de notre hypothèse qui fait des seiches des vagues de balancement.

Si maintenant j'essaie d'évaluer la durée de ces seiches

longitudinales telles que je les ai mesurées à Morges et à Evian<sup>(1)</sup>, j'arrive aux chiffres approximatifs de

2267 secondes pour la demi-seiche,

4534 » pour la seiche entière.

Je reconnais ici, et sans pouvoir l'expliquer, que ces valeurs sont différentes et très notablement supérieures à celles que j'ai trouvées pour la durée des seiches à Veytaux.

La notion de deux ordres de seiches qui peuvent exister simultanément dans la même localité en brochant l'une sur l'autre, tantôt en additionnant tantôt en annulant leurs effets, me permettra d'expliquer un fait qui m'a longtemps embarrassé.

Dans mes premières études, j'avais déterminé la durée des seiches de Morges à 264 secondes en prenant la moyenne des observations que j'avais faites à la petite ouverture du port<sup>(2)</sup>. En étudiant à Morges aussi les seiches au plémyramètre, je suis arrivé dans ces nouvelles recherches à une durée de plus du double, soit à 630 secondes. La différence est trop forte pour qu'on puisse l'attribuer à des erreurs de moyennes; j'ai repris du reste mes observations à la petite ouverture du port et ai retrouvé mes seiches très rapides que je ne connaissais plus depuis que je me servais du plémyramètre. Enfin j'ai observé simultanément les mouvements de l'eau dans les courants de l'ouverture du port et dans les déplacements de l'index de mon plémyramètre, fig. 89, j'ai constaté, à ma grande surprise, que cet instrument, que j'estimais à bon droit

(<sup>1</sup>) Ces chiffres moyens sont calculés d'après 13 demi-seiches observées à Morges et à Evian.

(<sup>2</sup>) 1<sup>re</sup> étude, p. 17.

être aussi sensible que possible, était moins souvent mis en mouvement que l'eau de l'ouverture du port; que le nombre des oscillations indiquées par le plémyramètre était beaucoup moindre que le nombre des seiches visibles à l'ouverture du port.

Mais d'une autre part j'ai reconnu que dans d'autres circonstances lorsque l'eau restait immobile à l'ouverture du port, et qu'aucun courant n'y trahissait l'existence de seiches, mon plémyramètre me permettait cependant de constater des oscillations très évidentes de l'eau.

Ainsi donc, d'un côté le plémyramètre est plus sensible que le port en m'indiquant des seiches quand les courants de l'ouverture du port sont trop faibles pour rien signifier; d'un autre côté, lorsque les deux méthodes d'observation peuvent être employées simultanément, je lis à l'embouchure du port un plus grand nombre de seiches qu'à l'aide du plémyramètre, un certain nombre d'oscillations ne sont pas signalées par le plémyramètre.

Je m'explique maintenant ces contradictions en supposant qu'il existe à Morges en outre des seiches rapides de 630 secondes que nous avons appelées des seiches de second ordre, qu'il existe encore des seiches de troisième ordre de 264 secondes de durée moyenne, qui brodent sur les seiches de second ordre comme nous avons vu dans l'observation LXXXIX les deux premiers ordres de seiches broder les unes sur les autres. Dans cette supposition, les seiches de second ordre seraient dessinées par le plémyramètre, les seiches de troisième ordre par les courants du port.

Mais pourquoi cette différence de sensibilité dans ces deux plémyramètres, car le port de Morges n'est pas autre

chose qu'un plémyramètre gigantesque, et comment en rendre compte.

Tandis que le bassin de mon plémyramètre a un niveau relativement constant qui ne suit, grâce à la faiblesse du calibre de son siphon, que très lentement les dénivellations du lac, le port de Morges présente au contraire un niveau très facilement variable ; les dénivellations du lac s'y traduisent très rapidement. La raison en est que, outre la petite ouverture où je fais mes observations, petite ouverture très étroite et où les courants sont assez rapides pour être facilement discernables, il y a dans le port de Morges une grande et large entrée pour le passage des bateaux et des barques ; cette entrée, de quelques 30 mètres de largeur et de 3 à 4 mètres de profondeur, permet une équilibration très rapide du niveau de l'eau, et la surface du port est en réalité beaucoup moins fixe, beaucoup moins constante que celle du bassin de mon plémyramètre. L'on comprendra donc que le port suive facilement dans leurs dénivellations les oscillations des seiches de premier et de second ordre et ne signale par des courants à la petite ouverture que les broderies des seiches de troisième ordre.

Pour vérifier l'exactitude de cette interprétation j'ai institué l'expérience suivante :

A côté de mon plémyramètre ordinaire dont j'ai indiqué les dimensions et qui me signale les seiches de second ordre de 630 secondes à Morges, j'ai mis en jeu un second plémyramètre qui devait représenter les conditions de variabilité plus grande du port de Morges. Pour cela je lui ai donné un bassin de moitié moins large que celui de mon plémyramètre ordinaire, de telle manière qu'une petite quantité d'eau suffise pour rétablir l'équilibre de ce

bassin avec le niveau du lac ; puis outre le tube à flotteur du plémyramètre, tube que j'avais eu soin de raccourcir autant que possible, j'ai amorcé deux autres siphons en caoutchouc, sans flotteur, qui permettaient une libre et rapide circulation de l'eau. Bref, j'ai additionné toutes les conditions les plus favorables pour que le niveau du bassin suivit autant que possible les grandes dénivellations de l'eau du lac, suivit par exemple la ligne ponctuée *h h h* de la fig. 12.

L'observation simultanée de ces deux instruments m'a montré que effectivement le second plémyramètre dessinait un nombre bien plus considérable de seiches que le premier, et qu'il répondait sous ce rapport à la sensibilité particulière des courants du port. Mais, d'un autre côté, les mouvements du flotteur de ce second plémyramètre étaient plus paresseux que ceux du premier et si l'amplitude des seiches n'avait pas été très considérable, il est probable que le courant d'eau dans le siphon à flotteur du second plémyramètre n'eût pas été assez énergique pour déplacer le flotteur ; toute l'eau nécessaire au rétablissement du niveau aurait passé largement par les siphons accessoires.

Cette expérience, répétant d'une autre manière les conditions de l'observation des seiches du port de Morges, et fournissant des résultats très analogues, je crois pouvoir donner comme plausible l'explication que j'ai proposée et admettre à Morges l'existence d'un troisième ordre de seiches dont la durée serait de 264 secondes environ.

Mais, me dira-t-on, comment se fait-il que ces seiches de III<sup>e</sup> ordre, si elles existent plus ou moins continuellement, ne se dessinent pas à votre plémyramètre ? De même que dans votre expérience LXXXIX vous avez vu à Evian

les seiches de II<sup>e</sup> ordre broder sur celles de I<sup>er</sup> ordre, de même à Morges vous devriez observer si ce n'est toujours, au moins parfois, ces petites seiches rapides de 264 secondes de durée.

Je n'ai pour répondre à cette objection qu'une seule observation un peu positive. Mais elle est péremptoire vu les conditions particulièrement favorables dans lesquelles s'est faite l'observation. C'est l'expérience LXIII (fig. 55 *bis*). Le 24 octobre 1873, j'avais inscrit sur mes notes : « Fortes seiches, violents courants aux ouvertures du port ; mouvements très rapides du flotteur du plémyramètre ; le baromètre est très bas, tout fait prévoir un orage. » Dans ces conditions où l'observation des seiches devait être excellente, j'ai compté les durées suivantes qui m'ont beaucoup étonné :

|                      | Seiche haute. | Seiche basse. |
|----------------------|---------------|---------------|
| Fig. 55 <i>bis</i> . | 225 secondes. | 220 secondes. |
|                      | 225    »      | 85     »      |
|                      | 75     »      | 155   »       |
|                      | 25     »      | 75     »      |
|                      | 400    »      | 220    »      |
|                      | 210    »      | 485    »      |

Il y a là non-seulement une irrégularité excessive, et mal en rapport avec l'intensité de ces seiches, mais encore des mouvements très rapides complètement inexplicables par tout ce que le plémyramètre m'avait appris des seiches de Morges.

Ce n'est qu'en comparant ces petites seiches très rapides à celles que j'ai observées à l'ouverture du port de Morges, que j'ai eu enfin une explication admissible. Je suppose que ces demi-seiches de 85, 75, 155, 25 et 75

secondes étaient des seiches de III<sup>e</sup> ordre qui ne sont par extraordinaire dessinées aux mouvements du plémyramètre, en raison de l'énergie extrême de leurs mouvements.

Que sont ces seiches de III<sup>e</sup> ordre? Je n'ai aucune hypothèse à proposer pour expliquer leur signification.

Il est possible, il est même probable, qu'un certain nombre d'oscillations relativement plus courtes que j'ai fait rentrer dans les seiches de II<sup>e</sup> ordre appartenaient à ces seiches de III<sup>e</sup> ordre (<sup>1</sup>), que par conséquent la valeur moyenne que j'ai donnée pour les seiches de II<sup>e</sup> ordre, est trop basse. Mais comme il est probable aussi que j'ai fait d'une autre part l'erreur de considérer comme oscillations de II<sup>e</sup> ordre quelques seiches de I<sup>er</sup> ordre(<sup>2</sup>), que par conséquent j'ai élevé de ce fait la valeur moyenne des seiches normales de Morges, je veux espérer que ces deux causes d'erreurs étant opposées se seront annulées en partie. Je suis du reste hors d'état de vérifier et de corriger ces erreurs s'il y en a, et je dois attendre qu'un appareil enregistreur ait dessiné toutes ces oscillations du niveau du lac pour pouvoir essayer de les débrouiller un peu mieux.

Pendant que nous en sommes à ces différents ordres de seiches, signalons encore des oscillations très courtes et très rapides que j'ai fréquemment eu l'occasion d'observer, mais que le plus souvent je n'ai pas notées vu

(<sup>1</sup>) Je citerai par exemple : exp. XLIII, fig. 36 ; exp. XLV, fig. 38, de 4 h. 13 à 4 h. 19, etc.

(<sup>2</sup>) Par exemple : exp. LIV, fig. 47, les très longues seiches basses de 3 h. 20 à 3 h. 57 ; exp. LIX, fig. 52, les très longues seiches hautes de 11 h. 56 à midi 20, etc.

leur peu d'intensité. Pendant l'observation n° LXXXVII, fig. 68, Evian, 30 septembre 1873, à côté des grandes seiches de 1<sup>er</sup> ordre de 75 minutes de durée moyenne, en outre des seiches de 11<sup>e</sup> ordre qui se trahissent par des demi-oscillations, et que je puis assimiler à nos seiches de Morges de 630 secondes de durée, je voyais pendant toute la matinée le flotteur agité de mouvements latéraux très sensibles; il se déplaçait de quelques centimètres seulement, mais ce déplacement était beaucoup trop fort pour que j'aie pu l'attribuer aux vagues du vent, très faibles ce jour-là. Le rythme de ce mouvement était du reste fort différent de ces dernières; j'ai compté 10 oscillations en 440 secondes, ce qui donne une valeur moyenne de 44 secondes pour chaque oscillation, tandis que la durée des vagues du vent était bien inférieure à une seconde. Les oscillations en question étaient de petites ondulations spéciales, très faibles et très peu amples, dont je ne puis aucunement donner la signification, mais que je dois noter ici, car elles se reproduisent assez fréquemment; en particulier je puis dire que je les ai remarquées dans toutes mes observations de seiches à Evian.

Résumons ces différents chiffres en mettant en présence les valeurs auxquelles nous sommes arrivés par divers procédés d'observation dans diverses localités sur les rives du lac Léman.

Sans parler de ces petites oscillations de 44 secondes de durée, dont je ne connais point la signification et que je ne veux pas même appeler des seiches, nous avons :



1° A *Morges* et à *Evian*.

A. Les seiches de 1<sup>er</sup> ordre que j'estime être les seiches longitudinales du lac . . . . . 4534 secondes.

B. Les seiches de II<sup>e</sup> ordres observées à *Morges* et à *Evian* à l'aide du pléymètre. (Seiches transversales du lac Léman) . . . . . 630 »

C. Les seiches de III<sup>e</sup> ordre observées à l'aide des courants d'entrée et de sortie de l'ouverture du port de *Morges* . . . . . 264 »

2° A *Veytaux*.

1<sup>er</sup> groupe de seiches . . . . . 1096 »

II<sup>e</sup> groupe . . . . . 2242 »

3° A *Genève*, les seiches étudiées par *Vaucher*, dont la durée est tellement variable que j'ose à peine répéter ici le chiffre que j'ai obtenu en prenant la moyenne arithmétique . . . . . 1590 »

Et toutes ces oscillations brodent les unes sur les autres et entrecroisent leurs dénivellations : il y a vraiment de quoi troubler l'esprit le plus calme. Il faut que j'aie une foi bien robuste dans la vérité de mon hypothèse pour continuer à maintenir que au milieu de toutes ces vagues qui se croisent et se mêlent, il y a cependant encore un rythme reconnaissable.

C'est cependant ce que j'essaierai de démontrer dans le paragraphe suivant.

## IV.

**Étude comparative des seiches de différents  
lacs suisses.**

Il résulte des faits résumés à la fin du paragraphe précédent que dans le lac Léman nous trouvons en étudiant les seiches des oscillations très diverses, variées, différant entr'elles de durée et de valeur. Au lieu d'être en présence d'un phénomène simple, nous avons à constater une complication extrême dans ces ondulations.

Mais si nous jetons un regard sur la carte du Léman, nous aurons, me semble-t-il, l'explication plausible de ces complications et de ces irrégularités. Le lac est loin d'avoir une forme régulière; son grand axe n'est point rectiligne, sa grande courbure sur la côte vaudoise est un arc de cercle de 130° environ d'ouverture et de 33 1/2 kilomètres de rayon; sa largeur varie du simple au triple dans le petit et dans le grand lac: un puissant promontoire, la pointe d'Yvoire rétrécit subitement devant Nyon la grande largeur du lac. Pour la profondeur nous avons les mêmes irrégularités, et tandis que dans le Grand lac la profondeur moyenne est supérieure à 200 mètres, elle n'est guère que de 50 mètres dans le Petit lac, ou lac de Genève. Le lac Léman est un bassin très irrégulier.

Or avec notre hypothèse des vagues de balancement on ne peut attendre de la régularité chez les seiches que dans un bassin régulier. L'irrégularité du bassin, entraînant des réflexions obliques et croisées d'ondes, s'oppose à la régularité des oscillations. Nous n'avons donc pas lieu de

trop nous étonner des oscillations si nombreuses et si diverses<sup>(1)</sup> que nous avons constatées dans le lac Léman.

Cette considération m'a engagé à chercher d'autres bassins plus réguliers, des lacs plus simples et moins compliqués dans leur forme pour y constater si les seiches n'y seraient pas plus régulières. C'est ce que j'ai fait en allant étudier avec mon plémyramètre les seiches de quelques lacs suisses.

En faisant cette recherche mon but était en outre le suivant :

Par l'étude du mouvement de balancement de l'eau dans un bassin à expériences<sup>(2)</sup> j'ai constaté que la durée de la vague de balancement était en fonction directe de la longueur du bassin. Plus le bassin est long, plus longue est la durée de la vague. Si les seiches sont des vagues de balancement, elles devront suivre la même loi, et être d'autant plus lentes que le lac où je les étudierai sera plus long. Cette étude des seiches dans différents lacs, réguliers si possible, et de longueurs différentes, devait donc à ce point de vue juger la vérité de mon hypothèse sur la nature de l'oscillation de l'eau.

Je décrirai successivement ces diverses observations faites dans huit lacs différents, en suivant l'ordre de grandeur de ces lacs.

(1) J'ai surtout en vue dans ces lignes les seiches très irrégulières que j'ai constatées à Veytaux. Les seiches que j'ai observées à Morges et à Evian sont d'ordres différents, de durées diverses, et correspondent probablement à des ondulations de nature différente; mais elles ne sont pas extraordinairement irrégulières.

(2) 1<sup>re</sup> étude, p. 31, sq.

### I. Lac de Constance.

Longueur totale 64,8 kilomètres.

Profondeur maximale 276<sup>m</sup> (1).

Rapport de la profondeur à la longueur 1:235.

Exp. LXXII.

BREGENZ.

14 sept. 1874.

Le temps était splendide le 14 septembre quand j'allai m'installer à 10 heures du matin sur la grève du lac de Constance derrière la gare de Bregenz. Pendant les jours précédents le Föhn avait soufflé dans la vallée du Rhin et le calme plat, sous un ciel splendide, qui réjouissait ce matin-là le beau lac de Constance, précédait un violent coup de Bise qui allait s'élever vers les 2 heures de l'après-midi. Les conditions étaient excellentes pour avoir de belles seiches, et dans le fait mon plémyramètre m'indiqua bientôt de grandes et belles oscillations, sans broderies et sans oscillations secondaires. Voici la durée de 5 demi-seiches que j'observai successivement.

|                      | Seiche haute.  | Seiche basse.  |
|----------------------|----------------|----------------|
| Fig. 72              | —              | 2565 secondes. |
|                      | 1835 secondes. | 1580 —         |
|                      | 1735 —         | 1270 —         |
| Valeurs moyennes (2) | Demi-seiche    | 1797 secondes. |
|                      | Seiche entière | 3594 —         |

(1) Bodensee. Querprofile aufgenommen von Major v. Gasser, 1826, cité dans Rutimeyer. Thal u. Seebildung, p. 58. Bâle 1869.

(2) Les valeurs moyennes que j'ai calculées pour les seiches de ces lacs suisses autres que le Léman, sont tirées d'observations peu nombreuses. Ces moyennes sont le plus souvent fort peu certaines. Dans le but de reconnaître la valeur relative de ces moyennes, j'en ai calculé d'après la formule  $E = \sqrt{\frac{\sum o}{n(n-1)}}$

D'après la situation de ma station les belles oscillations dont j'ai ainsi mesuré la valeur étaient des seiches longitudinales du lac. La-dessus il n'y a pas de doute pour moi ; mais il est une question que je n'ai pas pu résoudre, c'est la suivante : quel était le point à l'autre extrémité du lac où se faisait l'oscillation inverse de la seiche ?

En effet le lac de Constance comme le lac Léman présente dans sa longueur un rétrécissement fort évident. De Bregenz à la ligne qui joint Constance et Meersburg il est large et régulier comme la partie connue sous le nom de Grand lac dans le Léman. Mais près de Constance le promontoire sur lequel est bâtie les villages d'Allmannsdorf et de Staad rétrécit tellement le lac que la partie qui s'étend jusqu'à Ludwigshafen peut être considéré comme un véritable golfe. Le lac d'Ueberlingen, comme on l'appelle, forme-t-il au point de vue des seiches la continuation du lac de Constance, et l'eau oscille-t-elle entre Bregenz et Ludwigshafen ; ou bien le mouvement de balancement vient-il se butter contre le cap de Staad et l'eau oscille-t-elle entre Bregenz et Constance ? C'est ce qui pourra facilement être reconnu par quelques observations ultérieures <sup>(1)</sup>. Pour le moment je ne puis résoudre la question

l'erreur moyenne, ou l'erreur à craindre sur la moyenne. Ces valeurs je ne les donne pas ici dans les détails des observations ; on les trouvera dans le tableau qui résumera ces diverses expériences à la fin de ce paragraphe.

(1) Je regrette de n'avoir pas pu élucider plus à fond cette question. En effet, là se trouvera peut être, dans des conditions plus simples, l'explication des seiches compliquées du Léman. Les deux lacs sont, ainsi que je viens de le dire, assez semblables par l'existence dans chacun d'eux d'un long appendice, le lac d'Ueberlingen et le lac de Genève ; mais le lac de Constance est plus simple, son grand axe étant à peu près rectiligne, tandis que le grand axe du lac Léman forme un arc de cercle très pro-

et dois laisser indécise la longueur du mouvement d'oscillation de mes seiches du 14 septembre. Si le mouvement se prolongeait jusqu'à Ludwigshafen la longueur des ondulations était de 64,8 kilomètres; s'il s'arrêtait au contraire à Constance, elle n'était plus que de 47 kilomètres.

Nous aurons à étudier plus loin l'influence de la profondeur du bassin sur la durée des seiches. Le rapport de la profondeur à la longueur est de 1:235 si le lac doit être considéré comme s'étendant jusqu'à Ludwigshafen; ce rapport est de 1:170 si au point de vue des seiches le lac s'arrête à Constance.

## II. Lac de Neuchâtel.

Longueur totale 38,2 kilomètres.

Profondeur maximale 144 mètres <sup>(1)</sup>.

Rapport de la profondeur à la longueur 1:265..

Exp, LXXIII.

YVERDON.

29 déc. 1873.

Station à l'embouchure de la Thièle, rive droite, de 10 h. 30 à 11 h. 55 du matin.

Il souffle une bise violente et glacée, des vagues énormes rendent l'observation très difficile et très peu précise.

noncé. Peut-être pourra-t-on constater deux ordres de seiches longitudinales dans le lac de Constance, oscillant les unes de Bregenz à Constance, les autres de Bregenz à Ludwigshafen; peut-être pourrons-nous leur comparer deux ordres de seiches longitudinales dans le lac Léman, oscillant les unes de Villeneuve à Yvoire, les autres de Villeneuve à Genève; peut-être aurons-nous ainsi l'explication des seiches de 2242 (1096) secondes que nous avons observées à Veytaux, et des seiches de 4534 secondes que nous avons reconnues à Evian et Morges. Toutes ces suppositions ne pourront être éclaircies que par une étude ultérieure plus complète.

(1) Carte du fond des lacs de Neuchâtel et de Morat, par Guyot et H. de Pourtalès-Gorgier. 1845.

Je donne, fig. 90, une partie de l'observation qui pourrait se lire comme suit : Seiches très longues de 45 minutes environ de durée, brodées d'oscillations de second ordre de 10 minutes environ. Mais je préfère renoncer à interpréter par des chiffres cette observation.

Exp. LXXIV.

YVERDON.

29 déc. 1873.

Station dans la Thièle au-dessous du pont du chemin de fer, sur la rive gauche, de 1 h. 30 à 4 h. 05 du soir.

La bise est devenue tellement furieuse que je ne puis aller m'établir au bord du lac. L'effet des lames se fait encore sentir jusqu'à ma station, dans l'intérieur de la Thièle à 500 mètres environ de son embouchure dans le lac. L'observation est aussi mauvaise que la précédente; elle pourrait s'interpréter de même, mais je préfère en donner simplement la représentation graphique (fig. 91) sans essayer de la traduire en chiffres.

Exp. LXXV.

YVERDON.

25 sept. 1874.

Station au bord du lac à l'embouchure de la Thièle, rive droite, de 6 h. 45 à 9 h. 30 du matin.

Temps splendide, calme plat, seiches très évidentes, de 1 à 2 centimètres d'amplitude, sans oscillations secondaires.

Voici le détail de mes observations :

|          | Seiche haute. | Seiche basse. |
|----------|---------------|---------------|
| Fig. 74. | —             | 805 secondes. |
|          | 770 secondes. | 900 —         |
|          | 1985 —        | 910 —         |
|          | 1010 —        | 480 —         |
|          | 700 —         | 825 —         |
|          | 805 —         | —             |

Tous ces mouvements sont fort réguliers et oscillent fort bien. Une seule ondulation me semble sujette à caution, c'est la seconde seiche haute de 1985 secondes. Elle diffère tellement par sa durée des autres demi-seiches qu'après examen je crois devoir l'expliquer en supposant qu'une oscillation entière aurait échappé au plémyramètre. Je compterais donc cette demi-seiche comme signifiant 3 demi-oscillations, et j'obtiendrais alors les valeurs moyennes suivantes :

Demi-seiche 766 secondes.

Seiche entière 1532 —

Exp. LXXVI.

LA TÈNE.

14 octobre 1874.

Station établie à la Tène à l'extrémité nord du lac près de la sortie de la Thièle, émissaire du lac de Neuchâtel, de 9 h. 20 à 11 h. 50 du matin.

Brouillard, calme plat, seiches très belles, de 2 à 3 centimètres, sans oscillations de second ordre.

|          | Seiche haute.  | Seiche basse.  |
|----------|----------------|----------------|
| Fig. 75. | 1550 secondes. | 1585 secondes. |
|          | 1175 —         | 1300 —         |
|          | 1590 —         | —              |

Je prendrai la moyenne avec les chiffres de l'observation suivante.

Exp. LXXVII.

PRÉFARGIER.

14 oct. 1874.

Station établie dans le port de Préfargier à 2 kilomètres de l'extrémité nord du lac, de 1 h. 45 à 3 h. 55 du soir.

Temps splendide, calme plat, très belles seiches sans oscillations accessoires.

|          | Seiche haute.  | Seiche basse.  |
|----------|----------------|----------------|
| Fig. 76. | —              | 1110 secondes. |
|          | 1425 secondes. | 1440 —         |
|          | 1635 —         | —              |



Si je prends la valeur moyenne de ces deux dernières observations je trouve: Demi-seiche 1422 secondes.

Seiche entière 2844 —

Ce chiffre diffère très notablement de celui que m'avait donné l'expérience LXXV soit 1532 secondes. Cette différence ne provient pas de ce que ces dernières observations ont été faites dans une localité différente que l'observation LXXV, car pendant que j'observais à Préfargier, M. Rey suivait avec un plémyramètre les seiches à Yverdon, ainsi qu'il sera dit plus bas, et obtenait des chiffres semblables mais inverses à ceux que me donnait les seiches de Préfargier.

D'un autre côté les conditions générales semblaient identiques. Temps splendide, calme plat, seiches très fortes et très faciles à observer. Je crois qu'il faut admettre les observations comme bonnes et constater que la durée des seiches était plus forte, de près du double le 14 octobre que le 25 septembre.

J'étais cependant intrigué par cette différence de durée, et dans le but de vérifier quel est le chiffre normal, la valeur qui exprime la durée ordinaire des seiches longitudinales du lac de Neuchâtel, j'y suis retourné dernièrement et y ai fait l'observation suivante :

Exp. LXXVIII.

YVERDON.

4 mars 1875.

Station établie dans la Thièle, comme pour l'exp. LXXIV. Bise moyenne, seiches très belles, peu de demi-oscillations, de 10 h. 30 à midi 40 minutes du matin.

|          | Seiche haute.  | Seiche basse.         |
|----------|----------------|-----------------------|
| Fig. 77. | 2110 secondes. | 1170 secondes.        |
|          | 1360 »         | 1440 » <sup>(1)</sup> |
|          | 980 »          |                       |

(<sup>1</sup>) Pour la valeur de cette seiche basse je la compte de 11 h.

Quoiqu'il y ait eu un peu plus d'irrégularité dans la durée des demi-seiches de cette observation que dans celles des observations précédentes, cependant la moyenne que j'en obtiens, 1412 secondes, est tellement voisine du chiffre de 1422, que m'ont donné les seiches du 14 septembre 1874, obs. LXXVI et LXXVII, et même du chiffre de 12 minutes que l'on peut tirer des seiches du 29 décembre 1873, obs. LXXIII et LXXIV, que je suis engagé à comparer ces trois séries de valeurs. La moyenne que je tire de 14 demi-seiches de ces observations est de 1420 secondes. Ce qui donne pour la seiche entière la valeur de 2840 secondes que j'admettrai comme la durée des seiches longitudinales normales du lac de Neuchâtel.

Mais nous avons les seiches du 25 septembre 1874, observation LXXV. Comment les expliquer?

Si dans un bassin régulier nous frappons l'eau à l'une des extrémités par des coups réguliers et suivant un certain rythme, nous déterminons les vagues de balancement que nous avons appelées seiches dans nos lacs, vagues d'oscillation fixe simples, avec deux ventres de mouvement aux deux extrémités du bassin, et un nœud au milieu. Mais si au lieu de frapper l'eau à l'une des extrémités, nous la frappons au milieu du bassin, nous pouvons obtenir une autre forme de vagues d'oscillation fixe, des vagues doubles; ces vagues seront plus courtes, elles n'auront que la moitié de la longueur des précédentes; elles présenteront trois ventres de vibration, un à chacune des extrémités et un au milieu; elles auront deux nœuds

58 à midi 22 minutes (voir fig. 77),—sans tenir compte des deux demi-seiches qui se sont dessinées au plémyramètre de 11 h. 58 à midi et 3 minutes. Ces deux demi-seiches je les attribue à des seiches de 11<sup>e</sup> ordre, bien justifiées par la bise assez forte qui soufflait pendant l'expérience.

d'oscillation, un à chacun des quarts extérieurs de la longueur totale; enfin leur durée sera plus courte que celle des vagues que nous avons d'abord étudiées. Si je m'en rapporte aux chiffres que j'ai constatés dans mon bassin à expériences avec une longueur totale du bassin de 1<sup>m</sup> 30, j'ai les valeurs suivantes pour la durée des vagues de balancement simples et doubles.

| Profondeur d'eau. | Vague simple. | Vague double. |
|-------------------|---------------|---------------|
| 10 centimètres.   | 2.7 secondes. | 1.3 secondes. |
| 15       »        | 2.3       »   | 1.1       »   |
| 20       »        | 2.0       »   | 1.05     »    |
| 25       »        | 1.9       »   | 1.0       »   |
| 30       »        | 1.8       »   | 0.95     »    |

La durée de la vague double est donc à peu près la moitié de la durée de la vague simple dans les mêmes conditions de longueur et de profondeur d'eau.

Or, la durée relative de ces deux ordres de vagues est assez analogue à celles que j'ai trouvées dans les deux ordres de seiches du lac de Neuchâtel pour que je puisse me hasarder à proposer l'explication suivante :

Dans les expériences LXXV, LXXIV, LXXVI, LXXVII et LXXVIII, les seiches longitudinales du lac de Neuchâtel, d'une durée moyenne de 2840 secondes, étaient des vagues d'oscillation fixe à deux ventres et à un nœud d'oscillation. C'étaient des *seiches simples*.

Dans l'expérience LXXV, les seiches longitudinales du lac de Neuchâtel, d'une durée moyenne de 1532 secondes, étaient des vagues d'oscillation fixe à trois ventres et à deux nœuds d'oscillation. C'étaient des *seiches doubles*.

### III. Lac de Thun.

Longueur totale, 17.5 kilomètres.

Profondeur maximale, 217 mètres<sup>(1)</sup>.

Rapport de la profondeur à la longueur, 1 : 81.

Exp. LXXIX. THUN. 22 sept. 1874.

Entre la Schadau et le village d'Egg, à l'extrémité occidentale du grand axe du lac, de 4 h. 25 à 6 h. 20 du soir.

Temps splendide, calme plat. Seiches très irrégulières. Je citerai quelques demi-seiches pour montrer le peu de régularité de ce rythme.

|                | Seiche haute. | Seiche basse. |
|----------------|---------------|---------------|
| Fig. 78 et 79. | —             | 665 secondes. |
|                | 240 secondes. | 670 »         |
|                | 570 »         | 140 »         |
|                | 215 »         | 200 »         |
|                | 190 »         | 425 »         |

Exp. LXXX. D.ERLIGEN. 23 sept. 1874.

Près de la station du chemin de fer du Bördeli, de 10 h. 40 à 11 h. 55 du matin (fig. 80).

Temps splendide, brise du lac.

Oscillations encore plus irrégulières que dans l'observation précédente.

Dans aucun des autres lacs suisses où j'ai étudié les seiches, à l'exception du lac Léman, je n'ai rencontré une telle irrégularité et un rythme aussi peu satisfaisant, nulle part je n'ai eu autant d'hésitation à indiquer la va-

<sup>(1)</sup> Tiefenkarte des Thunersees. Topograph. Bureau, Bern 1867.

leur moyenne des seiches. Cependant, pour continuer l'étude comparative que je fais actuellement, je l'estime pour les demi-seiches à 558 secondes, pour la seiche entière à 1116 »

Quelle est la cause de cette irrégularité dans les oscillations? Elle vient probablement de la forme relativement compliquée du lac qui, à son extrémité orientale présente un coude assez évident derrière le rocher du Naze. Cependant, sur la carte des sondages qu'a publiée en 1867 l'état-major fédéral, l'irrégularité est beaucoup moins apparente dans les fonds du bassin que dans sa surface.

Ainsi, tout en mettant un grand point d'interrogation au chiffre moyen que je donne pour les seiches du lac de Thun, je n'essaierai pas de donner l'explication de ce défaut d'exactitude.

#### IV. Lac de Wallenstadt.

Longueur totale 15,5 kilomètres.

Profondeur 114 mètres<sup>(1)</sup>.

Rapport de la profondeur à la longueur 1 : 136.

Exp. LXXXI.

WEESEN.

18 sept. 1874.

Au bord du lac, devant l'hôtel du Schwert, à l'extrémité occidentale du lac, de 1 h. 55 à 3 h. 10 du soir.

Le föhn souffle très fortement depuis hier par rafales entremêlées de pluie violente. Le vent se dirigeant dans la vallée de W. en E, les vagues sont nulles dans la

(<sup>1</sup>) La profondeur maximale de ce lac n'est pas connue avec certitude. Ce chiffre, que je dois à l'obligeance de M. Bodmer, de la maison Escher, Wyss et Cie, de Zurich, a été constaté dans la recherche du bateau à vapeur le Dauphin, naufragé il y a quelques années dans ce lac.

station où j'observe. Seiches très évidentes, très régulières et très fortes.

|          | Seiche haute. | Seiche basse. |
|----------|---------------|---------------|
| Fig. 81. | 405 secondes. | 365 secondes. |
|          | 535 »         | 455 »         |
|          | 355 »         | 425 »         |
|          | 415 »         | 540 »         |
|          | 400 »         | 460 »         |

Ce mouvement est très évidemment rythmique et je puis facilement en tirer les moyennes de durée de

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| la demi-seiche    | 435 secondes. |
| la seiche entière | 871 »         |

### V. Lac de Brienz.

Longueur totale 13,7 kilomètres.

Profondeur maximale 261 mètres<sup>(1)</sup>.

Rapport de la profondeur à la longueur 1 : 53.

Exp. LXXXII.

BÖNIGEN.

23 sept. 1874.

Près de la station du chemin de fer, à l'embouchure de la Lütschine, de 7 h. 30 à 8 h. 50 du matin.

Temps splendide, calme plat. Seiches très nettes, très distinctes et très régulières.

|          | Seiche haute. | Seiche basse. |
|----------|---------------|---------------|
| Fig. 82. | 245 secondes. | 280 secondes. |
|          | 310 »         | 305 »         |
|          | 320 »         | 295 »         |
|          | 225 »         | 405 »         |
|          | 170 »         | 355 »         |

<sup>(1)</sup> Tiefenkarte des Brienzersees. Topograph. Bureau, Bern 1867.

C'est le mouvement, avec celui que nous venons de voir dans l'observation précédente sur le lac de Wallenstadt, le plus régulier et le plus rythmique que j'aie constaté dans les divers lacs de Suisse; l'on y voit le rythme des seiches dans toute son élégance, oscillant avec une régularité des plus remarquables, régularité qui est sans doute due à la régularité même de ces deux lacs.

Les moyennes que je tire de ces observations sont :

|                |               |
|----------------|---------------|
| demi-seiche    | 294 secondes, |
| seiche entière | 588 »         |

## VI. Lac de Morat.

Longueur totale : 9,2 kilomètres.

Profondeur maximale : 48 mètres<sup>(1)</sup>.

Rapport de la profondeur à la longueur : 1 : 192.

Exp. LXXXIII.

LÖWENBERG.

24 sept. 1874.

A l'angle oriental du lac, sur la grande grève prodigieusement plate qui s'étend au-dessous de Löwenberg et de Galmitz, de 10 h. 30 à 11 h. 40 du matin.

Temps splendide. Calme plat. Seiches assez nettes et bien prononcées, mais très irrégulières. A une ou deux reprises des demi-oscillations du flotteur.

|          | Seiche haute. | Seiche basse. |
|----------|---------------|---------------|
| Fig. 71. | 450 secondes. | 435 secondes. |
|          | 185 »         | 125 »         |
|          | 260 »         | 305 »         |
|          | 100 »         | 265 »         |
|          | 485 »         | 360 »         |

(<sup>1</sup>) Atlas des minutes fédérales, f. 314, 1874.

Cette irrégularité dans les oscillations des seiches d'un lac de forme extérieure si régulière et dont le fond n'est pas très fortement accidenté <sup>(1)</sup> tiendrait-elle à ce que ma station d'observation n'était pas placée sur l'axe même du lac, à ce que des seiches transversales seraient venues compliquer les mouvements d'oscillation du niveau du lac ? Je l'ignore, et je constate seulement cette irrégularité.

Les moyennes que je tire de mes observations sont :

Demi-seiche . . . . . 286 secondes.

Seiche entière . . . . . 572 »

## VII. Lac de Joux.

Longueur totale : 9,0 kilomètres.

Profondeur maximale : 25 mètres <sup>(2)</sup>.

Rapport de la profondeur à la longueur : 1:360.

Exp. LXXXIV.

LE PONT.

3 août 1874.

Station sur la rive gauche du lac, près du canal de communication avec le lac Brenet, le 3 août, de 11 h. 30 du matin à midi 15 minutes (fig. 69) et de 2 h. 05 à 4 h. 05 du soir (fig. 70).

Temps variable. Coups de vent peu forts, mais irréguliers. Seiches assez évidentes, mais irrégulières; quelques demi-oscillations.

|          | Seiche haute. | Seiche basse. |
|----------|---------------|---------------|
| Fig. 70. | 280 secondes. | 495 secondes. |
|          | 150 »         | 330 »         |
|          | 345 »         | 435 »         |
|          | 270 »         | 270 »         |

<sup>(1)</sup> Je n'oublie cependant pas le mont sous lacustre démontré par les cartes de MM. Guyot et Gosset.

<sup>(2)</sup> Mes sondages de 1874.



La valeur moyenne que je tire de ces observations est :

Demi-seiche . . . . . 372 secondes.

Seiche entière . . . . . 744 »

### VIII. Lac de Bret.

Longueur totale : 1,1 kilomètre.

Profondeur maximale : 14 mètres<sup>(1)</sup>.

Rapport de la profondeur à la longueur : 1 : 78.

Exp. LXXXIV bis. LAC DE BRET. 13 nov. 1874.

A l'extrémité nord du lac.

Temps splendide. Bise légère. Seiches très faibles. Ne pouvant pas espérer de rencontrer des différences de pression barométrique d'un bout à l'autre d'un lac aussi petit, j'essayai de m'adresser à des dénivellations dues à l'action du vent. Je me rappelais l'effet très évident du vent sur le port de Morges<sup>(2)</sup>; pourquoi n'en serait-il pas de même au lac de Bret?

Je me rendis donc à ce lac par un jour de bise assez violente, mais je fus trompé dans mon attente; car lorsque j'arrivai au lieu de l'observation le vent était presque entièrement tombé et les seiches étaient presque nulles. Le déplacement du flotteur dans le tube du pléyramètre était de 5 à 6 centimètres au plus pour chaque seiche.

Je pus cependant compter 14 demi-seiches dans une durée totale de 21 minutes et 5 secondes,

soit pour chaque demi-seiche 90 secondes,  
pour la seiche entière 180 »

<sup>(1)</sup> D'après les ingénieurs de la société du chemin de fer pneumatique d'Ouchy à Lausanne.

<sup>(2)</sup> 1<sup>re</sup> étude, p. 23 sq.

Mais l'amplitude de ce mouvement était tellement faible et l'observation en était si difficile, que j'ai jugé nécessaire de répéter cette observation.

Exp. LXXXV.

LAC DE BRET.

1<sup>er</sup> avril 1875.

Même station, mêmes conditions générales. La bise était plus forte que le 13 novembre, mais les seiches n'étaient pas beaucoup plus sensibles.

Le déplacement du flotteur étant très peu considérable, j'eus recours au procédé suivant, qui m'a permis de mesurer avec une grande netteté la durée des oscillations. J'ai rapproché les spirales d'arrêt qui, dans le siphon de mon plemiramètre, sont seulement distantes de 30 centimètres, et je les ai placées de telle manière que la course du flotteur ne fût plus que de 7 centimètres. Alors le flotteur, qui auparavant vacillait indécis à mi-longueur du tube, s'est mis à traverser rapidement la longueur du tube qui lui était réservée, et m'a donné des indications parfaitement nettes. J'ai fait ainsi l'observation que j'ai représentée graphiquement fig. 73. Dans un espace de temps de 1160 secondes j'ai constaté 36 demi-seiches, ce qui me donne les moyennes suivantes :

|             |              |
|-------------|--------------|
| Demi-seiche | 32 secondes. |
|-------------|--------------|

|                |      |
|----------------|------|
| Seiche entière | 64 — |
|----------------|------|

Cette valeur est beaucoup plus précise et plus sûre que celle de l'expérience précédente ; c'est elle que j'admets pour la durée des seiches du lac de Bret.

Résumons en un tableau les chiffres et les moyennes, que nous avons trouvées dans l'étude qui précède de la durée des seiches longitudinales dans des lacs de dimensions différentes.

| L A C          | LONGUEUR<br>Kilomètres | PROFON-<br>DEUR<br>Mètres | Rapport<br>de la<br>profondeur<br>à la<br>longueur | Nombre<br>de demi-<br>seiches<br>observées | Durée<br>moyenne de<br>la demi-<br>seiche<br>Secondes | Erreur (1)<br>moyenne<br>Secondes | Durée moyenne<br>de la seiche entière<br>Secondes |
|----------------|------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|
|                |                        |                           |                                                    |                                            |                                                       |                                   |                                                   |
| de Bret. . . . | 4.1                    | 14                        | 1:78                                               | 36                                         | 32                                                    | --                                | 64                                                |
| de Joux. . . . | 9.0                    | 25                        | 1:360                                              | 24                                         | 372                                                   | ± 31                              | 744                                               |
| de Morat . . . | 9.2                    | 48                        | 1:192                                              | 17                                         | 286                                                   | ± 33                              | 572                                               |
| de Brienz. . . | 13.7                   | 261                       | 4:53                                               | 16                                         | 294                                                   | ± 16                              | 588                                               |
| de Wallenstadt | 15.5                   | 114                       | 1:136                                              | 10                                         | 435                                                   | ± 20                              | 871                                               |
| de Thun . . .  | 17.5                   | 217                       | 4:81                                               | 15                                         | --                                                    | --                                | 1116 (?)                                          |
| de Neuchâtel . | 38.2                   | 135                       | 1:283                                              | 12                                         | 766                                                   | ± 41                              | 1532                                              |
|                |                        |                           |                                                    | 14                                         | 1420                                                  | ± 75                              | 2840                                              |
| de Constance . | 47.0                   | 276                       | 1:170                                              | 5                                          | 1797                                                  | ± 214                             | 3594                                              |
|                | 64.8                   |                           | 1:235                                              |                                            |                                                       |                                   |                                                   |
| Léman . . . .  | 70.                    | 334                       | 1:209                                              |                                            |                                                       |                                   | 4:34 (?)                                          |

(1) Dans cette colonne j'ai indiqué l'erreur moyenne sur la valeur des demi-seiches, calculée comme il est dit plus haut. La valeur de cette erreur moyenne montre le degré de précision qu'on peut demander à ces observations, en petit nombre, et souvent assez dissemblables faites le plus souvent en une seule séance dans chaque localité. Le degré d'approximation est sou-

Pour étudier ce tableau, faisons d'abord abstraction de la dernière ligne, où j'ai introduit comme terme de comparaison la valeur hypothétique des seiches longitudinales du lac Léman.

J'ai fait suivre de points d'interrogation la valeur moyenne de la durée des seiches du lac de Thun, pour les raisons que j'ai développées plus haut; pour le lac de Neuchâtel je donne les deux valeurs moyennes des deux séries d'observation; pour le lac de Constance je donne les deux longueurs possibles de Bregenz à Constance et de Bregenz à Ludwigshafen; je ne sais laquelle de ces deux valeurs représente la longueur de la vague de balancement le jour de mon observation.

En instituant toutes les expériences qui sont résumées dans ce tableau, j'ai eu toujours soin d'aller m'établir aussi près que possible de l'extrémité du grand axe ou du grand diamètre du lac, de telle manière que j'eusse, avec autant de sûreté que faire se pouvait, les seiches longitudinales du lac. Je puis donc considérer les valeurs que j'ai comme représentant la durée de la seiche longitudinale de ces lacs.

Ceci expliqué, le tableau nous montre un rapport très évident entre la longueur du lac et la durée des seiches, les deux séries se suivent dans la même direction. C'est le fait que j'avais énoncé dans ma première étude, lorsque je cherchais les lois de l'oscillation du balancement, et

vent très éloigné, et ce n'est qu'en multipliant les observations que l'on se rapprochera d'une moyenne plus sûre et plus exacte; j'en citerai comme exemples les seiches transversales de Morges chez lesquelles l'erreur moyenne n'est plus, grâce au grand nombre de mes observations, que de  $\pm 9$  secondes sur une valeur de 315 secondes pour la durée de la demi-seiche.

que j'avais formulé dans ces termes : « La durée de la vague augmente avec la longueur du bassin. » Je puis aujourd'hui l'exprimer ainsi : « La durée des seiches longitudinales est fonction directe de la longueur des différents lacs. »

En étudiant les lois de l'oscillation de balancement, j'avais constaté l'influence de la profondeur de l'eau sur la durée de la vague. Quand l'eau du bassin est très profonde par rapport à sa longueur, la vague de balancement n'est pas sensiblement influencée dans sa durée par la plus ou moins grande profondeur de l'eau ; mais si l'eau devient peu profonde, alors la vague de balancement se ralentit et cela dans des proportions très fortes. Je rappellerai les chiffres que j'ai trouvés dans mon bassin de 1<sup>m</sup>.30 de longueur.

| Profondeur de l'eau. | Rapport de la profondeur.<br>à la longueur du bassin | Durée de la vague. |
|----------------------|------------------------------------------------------|--------------------|
| Centimètres.         |                                                      | Secondes.          |
| 35                   | 1 : 3                                                | 1.60               |
| 30                   | 1 : 4                                                | 1.67               |
| 25                   | 1 : 5                                                | 1.80               |
| 20                   | 1 : 6                                                | 1.95               |
| 15                   | 1 : 8                                                | 2.20               |
| 10                   | 1 : 13                                               | 2.56               |
| 5                    | 1 : 26                                               | 3.65               |

Quand la profondeur est peu considérable le mouvement de l'eau est fort ralenti.

Or, si le ralentissement dû au peu de profondeur de l'eau est déjà sensible dans mon bassin lorsque la profondeur est à la longueur dans les rapports de 1 est à 5, 6, 8, 13 et 26, que sera-ce lorsque cette proportion deviendra plus faible, quand dans le lac de Brienz elle

s'abaissera à 1 : 53 dans les lacs de Thun et de Wallens-tadt. 1 : 81 et 136 et surtout dans les lacs de Morat, de Neuchâtel et de Joux 1 : 192, 283 et 360.

Comme en définitive la profondeur des lacs est dans un rapport toujours très faible vis à vis de leurs dimensions horizontales, nous aurons donc toujours à faire intervenir l'influence du peu de profondeur de l'eau, et nous pourrions formuler ainsi la loi de la durée des seiches longitudinales des lacs.

« La durée des seiches longitudinales est fonction directe de la longueur des différents lacs et fonction inverse de leur profondeur. »

Enfin ce tableau en nous montrant l'importance de la longueur du bassin d'une part et du peu de profondeur de l'eau d'une autre part sur la durée des seiches, tend à confirmer l'hypothèse que les seiches sont bien des vagues de balancement des lacs.

D'un autre côté, ce tableau aura pour nous un intérêt pratique très important, de la manière suivante :

Nous pouvons en déduire, avec une approximation très éloignée il est vrai, et sans tenir compte de l'influence de la profondeur, quelle est la durée de la seiche correspondante à un lac d'une longueur donnée ; nous pouvons en déduire en sens inverse la longueur kilométrique probable d'une seiche dont nous connaissons la durée. Or, nous avons vu dans le lac Léman des seiches diverses, à durées et à rythmes différents ; nous chercherons en les mettant en regard de ce tableau, à déterminer la longueur probable des vagues d'oscillation fixe dont nous avons étudié la durée.

Nous avons d'abord nos seiches de 1<sup>er</sup> ordre de Morges

et Evian d'une durée moyenne de 4534 secondes. Cette durée est supérieure à la durée des seiches les plus longues des lacs qui nous servent de point de comparaison; le lac de Constance, avec ses 65(47) kilomètres de longueur, a une durée de seiches de 3594 secondes seulement. Nous pouvons donc sans trop de difficultés attribuer ces longues seiches de 1<sup>er</sup> ordre, de 4534 secondes de durée aux seiches longitudinales du lac Léman <sup>(1)</sup>; la longueur totale de ce lac, en suivant la courbe de son grand axe est de 70 kilomètres environ.

Nous avons ensuite les seiches de Veytaux dont la durée moyenne oscille autour de 1096 et 2242 secondes. Ces durées sont voisines de celles que nous avons trouvées dans le lac de Neuchâtel <sup>(2)</sup>, 1532 et 2840 secondes. Le lac de Neuchâtel ayant 38 kilomètres, si je cherche

(1) Je ne puis m'empêcher d'élever les objections suivantes à cette attribution qui semble au premier abord si naturelle. En premier lieu je me demande si le mouvement de balancement de l'eau peut se faire suivant une ligne courbe comme l'est le grand axe du lac Léman, si l'essence de ce mouvement d'oscillation n'est pas de ne pouvoir s'établir que suivant une ligne droite. Dans ce cas, le plus long diamètre en ligne droite sur le lac Léman étant de Villeneuve à Nyon (50 kilomètres de longueur), les seiches dont nous nous occupons devraient osciller suivant cette ligne. Ma seconde objection est tirée de la durée de quelques seiches observées à Genève; les seiches de Vaucher ont une durée moyenne de 1590 secondes, les seiches de Saussure, du 3 août 1763, une durée moyenne de 1350 secondes. Ces observations ne sont pas nombreuses, mais elles indiquent cependant une durée absolument différente et beaucoup plus courte que celle des seiches de 4534 secondes dont nous nous occupons et nous devrions en conclure que nos seiches de 1<sup>er</sup> ordre d'Evian et de Morges ne sont pas observables à Genève.

Ces objections que je me fais à moi-même montrent que la question doit être reprise à l'aide de nouvelles observations.

(2) Je ne parle pas des seiches du lac de Thun dont la valeur a trop peu de sécurité pour moi.

dans le lac Léman une longueur possible qui se rapproche de celle-là, je trouve la distance de Chillon à Yvoire soit la longueur du Grand lac, ou lac Léman proprement dit, qui est de 44 kilomètres environ. Le lac de Neuchâtel étant moins profond que le Léman, la plus grande durée de ses seiches serait explicable. Les seiches de Veytaux oscilleraient donc de Chillon à Yvoire.

Nous avons enfin les seiches normales de Morges que nous avons retrouvées à Evian ; leur durée de 630 secondes est intermédiaire à la durée des seiches des lacs de Brienz (588) et de Wallenstadt (871 secondes). La longueur de ces lacs est pour le premier de 13,7 kilomètres, pour le second de 15,5. Nous pouvons donc attribuer à nos seiches de Morges une longueur probable de 14 kilomètres. Or, la largeur du lac Léman de Morges à Amphion est précisément de 13,8 kilomètres ; nous pouvons donc avec une assez grande sécurité, car mes observations des lacs de Brienz et de Wallenstadt sont parmi les meilleures, admettre que les seiches de Morges de 630 secondes oscillent d'une rive à l'autre du lac, et sont par conséquent les seiches transversales du Léman.

Si cette dernière comparaison est exacte, et nous n'avons aucune raison de la mettre en doute, nous pourrions étendre aux seiches transversales la loi déterminée pour les seiches longitudinales, et en généralisant dire :

*La durée des seiches est fonction directe de la longueur et fonction inverse de la profondeur de la section de lac suivant laquelle elles oscillent.*



## V.

**Etude simultanée des seiches aux deux extrémités  
du lac de Neuchâtel.**

Si nous plaçons deux observateurs aux deux extrémités de l'un des diamètres d'un lac, et s'ils peuvent constater que l'eau s'élève d'un côté pendant qu'elle s'abaisse à l'autre bout, nous aurons une démonstration décisive, me semble-t-il, de la vérité de l'hypothèse qui fait des seiches les vagues d'oscillation fixe ou les vagues de balancement des lacs.

C'est cette démonstration que nous avons tentée dans les conditions suivantes :

J'ai choisi le plus grand des lacs à forme régulière, celui qui m'avait donné les mouvements de seiche les plus rythmiques, le lac de Neuchâtel, et j'en ai étudié les seiches longitudinales.

EXP. LXXVI (*bis*). YVERDON ET LA TÈNE. 14 oct. 1874.

Mon ami M. G. Rey, instituteur au collège de Morges, est allé s'établir à l'extrémité sud du lac de Neuchâtel, à Yverdon, à droite de l'embouchure de la Thièle.

Moi-même, je suis allé m'installer à l'extrémité nord du même lac, à côté du célèbre palafitte de la Tène, à quelques centaines de mètres de la sortie de la Thièle, émissaire du lac.

Nous étions munis l'un et l'autre d'un plémyramètre en bon état, et nos montres à secondes étaient soigneusement réglées.

Les observations ont marché simultanément de 11 heures à midi.

Calme plat. Brouillard intense sur le lac. Seiches très nettes et très marquées.

Voici les deux séries d'observations. J'indique en les faisant précéder des lettres *B* et *L*, l'heure où le flotteur, décollé par le courant de la seiche, après avoir traversé toute la longueur du tube, venait se coller à l'arrêt du bassin (*B*) et du lac (*L*). La lettre *B* indique ainsi le commencement de la seiche haute, la lettre *L* de la seiche basse.

## STATION DE LA TÈNE.

*L* 11<sup>h</sup> 04' 10"*B* 11 25 50*L* 11 52 20

## STATION D'YVERDON.

*B* 11<sup>h</sup> 03' 40"*L* 11 28 35*B* 11 51 00

La figure 84 donne mieux encore que les chiffres les allures des seiches.

EXP. LXXVII (*bis*). YVERDON et PRÉFARGIER. 14 oct. 1874.

Dans l'après-midi du même jour, la même expérience fut reprise. M. Rey observait à la même station que le matin. Quant à moi, après avoir reconnu que les seiches magnifiques que j'avais vues le matin à la Tène devaient être sensibles bien loin de l'extrémité même du lac, je m'établiss dans le petit port de Préfargier.

## STATION DE PRÉFARGIER.

*L* 2<sup>h</sup> 20' 00"*B* 2 38 30*L* 3 02 15*B* 3 26 15*L* 3 53 30

## STATION D'YVERDON.

*B* 2<sup>h</sup> 25' 10"*L* 2 37 15*B* 2 48 55*L* 3 26 20*B* 3 50 20

La figure 83 représente graphiquement cette expérience.

Ces deux expériences ont parfaitement bien réussi et me semblent très probantes. Sur huit mouvements différents, sept donnent une alternance directe et une simultanéité presque absolue dans les mouvements; les différences de deux à quatre minutes pourraient parfaitement s'expliquer par le jeu différent des plémyramètres, si l'on ne voulait pas donner cette latitude au mouvement lui-même des seiches. Une seule lecture, celle de 2<sup>h</sup> 48' 55" d'Yverdon et de 3<sup>h</sup> 02' 15" de Préfargier, ne montre pas cette simultanéité, le mouvement d'Yverdon précédant de plus de treize minutes celui de Préfargier. Mais, d'une part, la paresse d'un plémyramètre, dont le flotteur peut être arrêté par un grain de sable, d'une autre part, les réflexions d'onde, les seiches transversales, expliquent si facilement cette irrégularité, que, tout en la constatant, nous ne nous laisserons pas arrêter par elle, et nous concluons :

Dans les seiches longitudinales du lac de Neuchâtel, le 14 octobre 1874, il y avait alternance et simultanéité des mouvements de l'eau aux deux extrémités du lac.

## VI.

### **Etude simultanée des seiches sur les deux rives du lac Léman.**

Nous avons constaté, dans le paragraphe précédent, que l'hypothèse des vagues de balancement se vérifiait brillamment dans les seiches longitudinales du lac de Neuchâtel; qu'il y avait, le jour où nous avons expérimenté, alternance et simultanéité dans les mouvements de l'eau aux deux extrémités du lac.

Nous avons essayé de donner la même démonstration pour les seiches transversales du lac Léman ; mais nous n'avons pas aussi bien réussi. Pendant cinq expériences embrassant une durée de plus de onze heures, nous avons observé simultanément deux plémyramètres de construction semblable, l'un à Morges, que M. G. Rey a surveillé avec une patience et une persévérance pour lesquelles je suis heureux de lui témoigner ici ma reconnaissance, l'autre à Evian, où j'observais moi-même.

Le résultat de ces expériences simultanées sur les deux rives du lac, a été très irrégulier et assez peu net ; au premier abord, il semble même plutôt négatif et contraire à ma théorie des seiches transversales. Cependant, par une étude attentive de ces observations, l'on arrive à voir qu'elles sont toutes explicables et ne s'opposent point à mon hypothèse.

Mais, je le reconnais, ces expériences sont loin d'être assez nettes et assez précises pour que je puisse les tenir pour démonstratives, et je demande, pour cette question des seiches transversales, de nouvelles séries d'observations.

Fidèle au principe que je me suis imposé de publier mes observations, qu'elles soient favorables ou non à mes théories, je donnerai d'abord rapidement le résumé de ces quelques expériences ; elles sont du reste instructives à plus d'un titre.

EXP. LXXXVI.      MORGES et EVIAN.      30 sept. 1874.

Stations : à Morges, sur la grève, devant mon jardin ;  
A Evian, à l'extrémité orientale du jardin anglais.

De 7 à 9 heures du matin.

Temps splendide ; légères brises.

A Morges, seiches nulles ou presque nulles. Les mou-

vements étaient si mal indiqués que je ne puis pas même en donner la représentation graphique.

A Evian, très belles seiches de premier ordre, brodées de demi-oscillations correspondant à des seiches de deuxième ordre (voir fig. 66).

EXP. LXXXVII.

MORGES et EVIAN.

30 sept. 1874.

Morges, même station.

Evian, sur la grève du lac, à un kilomètre d'Evian, entre Evian et Amphion.

De 10 à 1 heure (fig. 86).

Même temps.

A Morges, l'observation n'a commencé qu'à 11 heures et a donné des seiches très faibles et mal indiquées, le plus souvent seulement des demi-oscillations.

A Evian, de 10 heures à midi et demie, les grandes oscillations des seiches de premier ordre, et de midi et demie à une heure, les seiches de deuxième ordre que j'ai déjà représentées dans ma figure 68.

Les observations de ces seiches de Morges et d'Evian, mises en regard les unes des autres, comme je l'ai fait dans ma figure 86, paraissent très bonnes; on y voit, me semble-t-il, très nettement cette opposition et cette simultanéité des mouvements que nous avons constatées dans les seiches longitudinales du lac de Neuchâtel. Cela est très évident de 11<sup>h</sup> 26' à midi et de midi et demie à midi 48 minutes.

Je puis donc compter au profit de ma théorie cette observation, qui est très démonstrative. Mais, malheureusement, ces rapports dans les mouvements ne se retrouvent pas aussi bien dans les autres expériences.

EXP. LXXXVIII.

MORGES et EVIAN.

30 sept. 1874.

Mêmes stations.

De 2 à 4 heures (fig. 87).

Même temps.

A Morges, seiches normales de deuxième ordre.

A Evian, seiches de premier ordre.

Il n'y a aucun rapport dans les mouvements.

EXP. LXXXIX.

EVIAN.

16 janvier 1875.

Cette expérience n'a pu être faite à la fois des deux côtés du lac, le temps étant trop mauvais à Morges pour que M. Rey ait pu faire des observations utiles.

Station à Evian, comme dans les expériences précédentes.

De 1<sup>h</sup> 50' à 4 heures.

Vent du midi ; pluie.

J'ai représenté, figure 65, les seiches de cette expérience, et je la cite dans cette série, quoique l'observation n'ait pas été bilatérale, car elle montre avec plus de netteté qu'aucune autre l'existence à Evian de seiches courtes et rapides, différant totalement de ce que nous avons vu à Veytaux et de ce que Vaucher a décrit à Genève, ressemblant au contraire d'une manière frappante à nos seiches normales de Morges, nos seiches de 630 secondes.

EXP. XC.

MORGES ET ÉVIAN.

9 février 1875.

Mêmes stations que dans les expériences précédentes.

De 1<sup>h</sup> 40 à 4 heures (fig. 85).

A 2 heures survient un violent coup de vent du sud qui a considérablement gêné les observations.

A Morges, les seiches ont très bien été observées par

M. Rey, de 1<sup>h</sup> 50 à 2<sup>h</sup> 15, et de 2<sup>h</sup> 50 à 3<sup>h</sup> 30. Seiches courtes et rapides, seiches de deuxième ordre; quelques-unes même plus courtes encore, et rappelant les seiches de 264 secondes du port de Morges, ou seiches de III<sup>e</sup> ordre.

A Evian, les observations sont mauvaises; les vagues sont devenues si fortes que à partir de 2 h. 10 j'ai été obligé de transporter mon plémyramètre dans une anse à l'abri d'une jetée. A 2 h. 50, l'observation reprit dans des conditions défavorables, mais cependant suffisantes. Longue seiche basse de 1<sup>er</sup> ordre, brodée de demi-oscillations de seiches de II<sup>e</sup> ordre.

De 3 h. à 3 h. 30 l'observation a marché simultanément à Evian et à Morges. A Morges, M. Rey avait de jolies seiches normales, à Evian je n'avais que des demi-oscillations. La durée de ces mouvements était la même; dans les deux localités j'ai eu 4 seiches entières. Les mouvements ont été simultanés et opposés pour leur direction dans les trois premières seiches, autant du moins que j'en puis juger par les observations défectueuses des demi-oscillations d'Evian. En effet, ainsi que je l'ai exposé plus haut, quand je suis en présence de demi-oscillations, je ne puis pas noter le moment où commence le mouvement; je ne connais que le moment où le flotteur revient se coller à l'arrêt qu'il avait quitté (<sup>1</sup>). Or, dans ces trois seiches à 3 h. 03, à 3 h. 11 et à 3 h. 17, l'instant où le flotteur du plémyramètre d'Evian revenait toucher l'arrêt L (du côté du lac) coïncidait presque exactement à l'ins-

(<sup>1</sup>) Dans ma figure 85, j'ai changé un peu mon mode habituel de représentation des demi-oscillations, de manière à n'indiquer que le moment précis et bien observé où le flotteur revenait se coller à l'arrêt.

tant où le flotteur de Morges arrivait à l'arrêt *B* (côté du bassin). Il y a donc bien eu, conformément à la théorie, simultanéité et opposition dans les mouvements. Pour la quatrième seiche le mouvement a été retardé à Evian et ces rapports n'ont pas lieu régulièrement,

Du reste, l'observation était si difficile à cause du temps détestable et des vagues violentes du lac, que l'on ne peut pas demander plus à cette expérience.

Exp. XCI.

MORGES ET EVIAN.

9 mars 1875.

Mêmes stations, de 1 h. 30 à 4 h. (fig. 88).

Temps splendide. Calme plat. Baromètre en baisse, jolies seiches visibles aux courants du port de Morges. Conditions excellentes pour avoir des seiches magnifiques.

Malgré ces circonstances tout à fait favorables, le résultat de cette expérience est nul.

A Morges, les seiches ont été fort irrégulières; tellement que j'en suis à attribuer cette irrégularité à quelque accident dans le jeu du plémyramètre. Les observations semblent indiquer l'existence de seiches de II<sup>e</sup> ordre, à partir de 3 h. 30 seulement.

A Evian, les seiches étaient très évidentes; mais leur rythme, assez irrégulier d'ailleurs, était fort singulier. La durée des demi-seiches variait entre 610 et 3030 secondes, autour de la moyenne, demi-seiche

828

»

seiche entière

1758

»

Cette valeur ne se rapporte sur notre lac, d'après ce qui m'est connu, qu'aux seiches de Veytaux dont j'ai déterminé la durée moyenne (abstraction faite de leur division en deux groupes) à 1783 secondes. Par suite de cette comparaison, je suis porté à admettre que pendant cette expérience j'observais à Evian les seiches de Veytaux,



seiches longitudinales du lac Léman proprement dit ou grand lac, oscillant de Chillon à Yvoire; de même que dans d'autres expériences à Evian (exp. LXXXVI, LXXXVIII, LXXXIX) et à Morges (fig. 48 à 55), j'ai observé les seiches de 1<sup>er</sup> ordre, seiches longitudinales du lac oscillant de Chillon à Genève.

Quoiqu'il en soit, les seiches d'Evian n'avaient aucun rapport avec celles de Morges, sauf dans un court instant que je noterai plus bas, et les mouvements de l'eau sur les deux rives opposées du lac ne montraient ni concordance ni alternance.

Si nous résumons maintenant ces six expériences nous constatons :

1<sup>o</sup> Que sur 14 heures, soit 840 minutes, pendant lesquelles j'ai observé les seiches à Evian, il n'y a que 490 minutes pendant lesquelles l'observation a simultanément été faite à Morges.

2<sup>o</sup> Comme les seiches étaient nulles à Morges pendant l'expérience LXXXVI, il ne me reste que 390 minutes d'observation régulière.

3<sup>o</sup> Sur ce temps, environ 200 minutes doivent encore être enlevées à l'observation utile. C'est le temps pendant lequel, dans une station ou dans l'autre, le plémyramètre ne dessinait que des seiches de 1<sup>er</sup> ordre (exp. LXXXVIII, etc.), ou des seiches du type de Veytaux (exp. XCI). Il reste, comme on le voit, bien peu de temps de bonne observation.

Or, si l'on veut bien suivre sur les tracés graphiques les moments où les petites seiches, soit seiches de II<sup>e</sup> ordre étaient à la fois sensibles à Evian et à Morges, l'on reconnaîtra les faits suivants :

Exp. LXXXVII, fig. 86. Une opposition presque parfaite pendant tout le temps de l'observation, opposition des mouvements aussi évidente et aussi nette que celle que nous avons vue sur le lac de Neuchâtel; toutes les fois que des demi-oscillations ou des oscillations entières étaient dessinées en même temps aux plémyramètres, toujours elles sont simultanées pour le temps, et opposées pour la direction des mouvements, à l'exception des seiches qui ont eu lieu de midi 45 à midi 55 minutes.

Exp. xc, fig. 85. De 3 h. à 3 h. 30 minutes les seiches très régulières de Morges et les demi-oscillations d'Evian correspondent d'une manière très nette pour la durée et les temps; autant qu'on en peut juger, dans l'insuffisance des observations faites à Evian, où je n'ai noté que des demi-oscillations, elles présentent aussi, pour trois seiches du moins l'opposition dans la direction des mouvements voulue par la théorie.

Exp. xci, fig. 88. De 1 h. 55 à 2 h., il y a eu deux demi-oscillations à Morges qui correspondaient très bien à une jolie seiche d'Evian, les deux mouvements étant opposés pour leur direction. Dans le reste de l'expérience il n'y a rien de reconnaissable et aucune concordance dans les mouvements de l'eau des deux côtés du lac; nous avons expliqué le fait en supposant que les seiches d'Evian se rapportaient à des seiches longitudinales du type des seiches de Veytaux, tandis que les seiches de Morges étaient tout simplement des seiches transversales (de 3 h. à 4 h.)

Les résultats de ces expériences sont trop peu évidents et trop peu faciles à déduire pour que je veuille en tirer aucune conclusion. Je ne crois pas que l'on puisse

en faire ressortir aucune objection sérieuse contre mon hypothèse des seiches transversales du Léman. Mais je reconnais la nécessité de nouvelles expériences plus claires et plus probantes.

Il reste cependant en faveur de mon hypothèse :

a. L'existence presque constante à Evian de seiches ressemblant par leurs allures à nos seiches normales de Morges.

b. L'expérience LXXXVII, fig. 86 tout entière.

c. L'expérience xc, fig. 85 en partie.

Les expériences que nous venons de décrire sont difficiles à mener à bonne fin. Malgré la bonne volonté et la complaisance infatigable de M. Rey, il nous a été impossible jusqu'à présent de les répéter plus souvent; tantôt le temps défavorable, tantôt les occupations particulières de l'un de nous, venaient sans cesse se mettre à la traverse de ces expéditions.

Peut-être ferions-nous bien de les aller refaire sur d'autres lacs, sur un bassin plus régulier et moins tourmenté au point de vue des seiches que le lac Léman. Mais ici encore nous sommes arrêtés par une difficulté; quel lac choisir? Le lac de Neuchâtel, excellent pour les seiches longitudinales, ne vaudrait rien pour les seiches transversales; en effet, il présente parallèlement à sa longueur un mont sous lacustre, la *Montagne* ou la *Motte*, dont le sommet n'est guère qu'à 9 ou 10 mètres de la surface et qui doit gêner considérablement le développement des vagues de balancement transversales<sup>(1)</sup>. Les lacs de Brienz

(1) L'expérience pourrait cependant être tentée entre Concise et Yvonand ou Concise et Cheire, le mont n'existant pas encore dans cette partie du lac.

et de Wallenstadt sont bien étroits. Le lac de Constance sera probablement le bassin où cette expérience se reproduira le mieux.

Je livre, cette étude aux méditations des riverains des lacs et je la leur recommande tout spécialement comme importante pour la théorie des seiches.

## VII

### Comparaisons et conclusions.

Jetons maintenant un regard en arrière et voyons si dans cette seconde étude nous avons gagné du chemin et quel chemin nous avons gagné.

Ce travail a tout entier été consacré à la durée des seiches. En mettant en jeu le plémyramètre, qui a fonctionné à souhait, j'ai pu rechercher les faits généraux de la durée des seiches et j'ai constaté les résultats suivants :

I. J'ai tout d'abord étudié d'une manière générale les seiches en utilisant les très nombreuses observations dont je dispose à Morges ; j'ai reconnu que les seiches sont soumises à un rythme véritable, oscillant dans des limites assez larges mais oscillant toujours autour d'une même moyenne.

II. Ce rythme des seiches est variable pour chaque lac, et même pour chaque localité d'un même lac ; il est différent à Morges et à Veytaux.

III. La durée moyenne des seiches de Morges est de 630 secondes.

IV. Ces mêmes seiches à durée moyenne de 630 secondes je les ai retrouvées à Evian, sur la rive gauche du lac Léman.

V. Les seiches du Léman, étudiées à Veytaux, à l'extrémité orientale du lac, ont montré un rythme beaucoup plus lent.

VI. Tout en étant plus lent, le rythme des seiches de Veytaux est moins régulier, et j'ai pu reconnaître deux ordres de seiches dont la durée moyenne oscille pour les unes autour de 1096 secondes et pour les autres autour de 2242 secondes.

VII. Je crois avoir reconnu les seiches du type de Veytaux dans mon expérience xci à Evian.

VIII. En analysant certaines observations de Morges et d'Evian, je suis arrivé à reconnaître, à côté des seiches normales de 630 secondes dont nous venons de parler, l'existence de très longues ondulations d'une durée moyenne de 4534 secondes. Je les ai appelées seiches de 1<sup>er</sup> ordre. Ces seiches de 1<sup>er</sup> ordre sont brodées par les seiches de 630 secondes que j'appelle seiches de II<sup>e</sup> ordre.

IX. Cette notion de seiches d'ordres différents brodant les unes sur les autres m'a permis d'expliquer la différence de durée entre les seiches que j'ai étudiées à Morges au plémyramètre et dont la durée est de 630 secondes, et les seiches que, dans ma première étude, j'ai observées à l'aide des courants de l'embouchure du port. Ces dernières seiches de 264 secondes de durée moyenne je les appelle seiches de III<sup>e</sup> ordre de Morges.

X. Passant à l'étude comparée des seiches longitudinales de divers lacs de dimensions différentes, j'ai obtenu le fait général suivant : La durée des seiches longitudinales est fonction de la longueur du lac.

J'ai reconnu aussi que probablement la durée des sei-

ches est influencée par la profondeur du lac, de telle manière que dans des lacs de même longueur, les seiches sont plus lentes dans le lac le moins profond.

XI. Ayant pu étendre aux seiches transversales la même notion, j'établis la formule des seiches dans les termes suivants :

« La durée des seiches est fonction de la longueur et de la profondeur de la section de lac suivant laquelle elles oscillent ; cette durée augmente directement avec la longueur et inversement avec la profondeur du lac. »

XII. J'ai pu utiliser les chiffres que m'a donné l'étude des seiches dans des lacs de longueur différente pour apprécier la longueur probable des seiches de durée différente que j'ai reconnues dans le lac Léman.

XIII. Nos seiches de Morges et Evian, seiches de II<sup>e</sup> ordre, de 630 secondes de durée, sont des vagues d'oscillation fixe de environ 14 kilomètres de longueur. Le lac Léman ayant dans sa plus grande largeur 13,8 kilomètres, je suis donc fondé à faire de ces seiches les *seiches transversales* du lac Léman.

XIV. Les seiches de I<sup>er</sup> ordre que nous avons reconnues à Morges et à Evian de 4534 secondes de durée ont une longueur supérieure à celle du lac de Constance, et doivent se rapporter probablement à la longueur totale du lac Léman qui est de 70 kilomètres environ en suivant l'axe courbe du lac. Ces seiches seraient donc les *seiches longitudinales* du lac Léman<sup>(1)</sup>.

XV. Quant aux seiches que j'ai observées à Veytaux, la comparaison de leur durée avec celle des seiches longitu-

(1) Je renouvelle à cette occasion la réserve que j'ai expressément faite sur ce sujet à la page 103.

dinales du lac de Neuchâtel, m'amène à supposer qu'elles sont probablement des seiches longitudinales du Léman, mais oscillant, non pas de Chillon à Genève comme les précédentes, mais de Chillon à Yvoire.

XVI. J'ai admis et reconnu l'existence de seiches longitudinales et de seiches transversales oscillant suivant les diamètres longitudinal et transversal des lacs. Y a-t-il des *seiches obliques* qui oscilleraient suivant des diamètres autres que le grand et le petit diamètre du bassin? Je ne le crois pas. Je me fonde:

a. Sur l'expérimentation. Dans mon aquarium, bassin rectangulaire de 54 centimètres de longueur sur 34 de largeur, j'ai cherché à déterminer des vagues de balancement obliques, oscillant suivant la diagonale du rectangle; je n'y suis pas arrivé, les vagues devenaient immédiatement ou longitudinales ou transversales.

b. Sur l'observation. Je ne connais rien dans les seiches de nos lacs qui m'autorise à admettre des seiches obliques.

XVII. En étudiant les seiches longitudinales du lac de Neuchâtel à l'aide de deux plémyramètres établis l'un à chaque extrémité du lac, j'ai constaté que les mouvements de l'eau étaient simultanés et opposés dans leur direction. L'eau montait à l'une des extrémités pendant qu'elle descendait à l'autre.

XVIII. Cette même étude faite simultanément sur les deux rives opposées du lac Léman ne m'a pas donné des résultats bien nets; très souvent les seiches transversales étaient masquées à Evian par des seiches du type des seiches longitudinales. Mais toutes les fois que j'ai pu observer en même temps à Morges et à Evian des seiches

du rythme de 630 secondes que j'estime être les seiches transversales, j'ai constaté simultanéité et opposition dans la direction des mouvements de l'eau.

XIX. Il est un résultat général qui ressort de toutes ces recherches; c'est la constance des seiches. Partout où j'ai mis en jeu mon plémyramètre et toujours, j'ai vu l'eau animée de ce mouvement rythmique d'élévation et d'abaissement. Sans nier la possibilité de l'état de repos, je change donc l'ancienne formule qui faisait des seiches un phénomène accidentel, en une définition qui les considère comme un phénomène naturel, constant et continu, dont la cessation ou l'absence serait le cas accidentel ou anormal. Ces seiches qui oscillent toujours sont parfois bien faibles, leur amplitude atteint souvent quelques millimètres à peine, n'atteint pas même un millimètre dans certaines circonstances; mais quelque faibles qu'elles soient, elles présentent toujours leur rythme normal.

XX. Ma dernière conclusion enfin sera que les seiches ne sont pas un phénomène local, mais un mouvement considérable et très étendu. Quand je vois l'eau s'élever et s'abaisser sur la grève de mon jardin, je ne suis pas en présence d'une simple vague qui agite l'eau dans le golfe de Morges, mais j'observe une des manifestations d'un phénomène bien autrement grandiose. C'est toute l'eau du lac qui oscille dans un même mouvement général de balancement, c'est une impulsion gigantesque qui dans le même instant fait mouvoir toute la masse liquide du Léman, dans toute sa longueur, dans toute sa largeur, dans toute sa profondeur. Et si je considère la grandeur des lacs où j'ai constaté ce mouvement, les lacs de Neuchâtel, de Constance, le lac Léman, si j'admets comme



probable qu'on le constatera de même, quand on voudra l'observer, dans des bassins d'eau encore bien plus étendus, je dois reconnaître dans le phénomène des seiches le mouvement oscillatoire le plus considérable et le plus grandiose peut être que l'homme puisse étudier à la surface de notre globe.

---

Je terminerai en indiquant les points dont l'étude me semble importante pour l'avancement de l'histoire et de la théorie des seiches.

1° Déterminer pour un nombre aussi grand que possible de localités diverses sur des lacs différents le rythme normal des seiches (<sup>1</sup>).

2° Déterminer avec autant de précision que possible la durée des seiches dont les conditions de longueur et de profondeur peuvent être connues; en particulier les seiches longitudinales des lacs.

3° Déterminer la formule de la durée des seiches en fonction de la longueur du lac et de la profondeur de l'eau.

4° Répéter l'observation simultanée des seiches transversales sur les deux rives d'un même lac.

---

(<sup>1</sup>) Qu'il me soit permis d'adresser cette demande à tous les amis de l'histoire naturelle de nos lacs. Que chacun dans la localité où il demeure cherche à déterminer pour son lac et pour son port le rythme exact des seiches par un nombre suffisant d'observations. Quand ces matériaux seront collectés peut-être alors pourra-t-on en tirer d'une manière plus sûre et plus précise les lois de ces mouvements d'oscillation fixe.

Dans une prochaine étude je chercherai à déterminer la cause des seiches que j'attribuerai :

Pour les seiches normales, aux variations de la pression atmosphérique.

Pour certaines seiches anormales et accidentelles, à des secousses de tremblements de terre.

Pour les seiches de lacs et de bassins très petits, à l'action du vent.

---

## Explication des planches.

---

### PLANCHE VI.

Fig. 10. Le plémyramètre.

Fig. 11. Jeu du plémyramètre dans le cas de seiches simples ; ligne *m n o p* tracé graphique des seiches A B A', etc.

Fig. 12. Jeu du plémyramètre dans le cas de seiches de II<sup>e</sup> ordre, *f g, f' g'*, brochant sur les seiches de I<sup>er</sup> ordre.

H H' tracé graphique de ces seiches.

Fig. 13. Jeu du plémyramètre par un temps de vagues.

### PLANCHE VII A XI.

Dans cette planche et dans les planches suivantes l'échelle des temps est comptée à raison de 1 millimètre par minute. Les heures et les minutes sont indiquées par les chiffres au-dessus des tracés.

Fig. 14 à 47. Seiches normales de Morges, soit seiches de II<sup>e</sup> ordre, seiches de 630 secondes de durée moyenne, seiches transversales du lac Léman.

Fig. 48 à 51 et 53 à 55. Seiches anormales de Morges dans lesquelles des seiches de I<sup>er</sup> ordre ou seiches longitudinales du lac Léman forment le fond du dessin, sur lequel des seiches de II<sup>e</sup> ordre se brodent sous la forme de demi-oscillations.

Fig. 55 (bis.) Seiches normales de Morges interrompues par quelques seiches rapides et courtes, seiches de III<sup>e</sup> ordre.

Fig. 56 à 64. Seiches de Veytaux. Seiches longitudinales du lac Léman.

Fig. 65 à 68. Seiches d'Evian. Seiches longitudinales ou seiches de 1<sup>er</sup> ordre, brodées par des seiches transversales ou de II<sup>e</sup> ordre.

Fig. 69 et 70. Seiches du lac de Joux.

Fig. 71. Seiches du lac de Morat.

Fig. 72. Seiches du lac de Constance.

Fig. 73. Seiches du lac de Bret.

Fig. 74 à 77. Seiches longitudinales du lac de Neuchâtel.

Fig. 78 à 80. Seiches du lac de Thun.

Fig. 81. Seiches du lac de Wallenstadt.

Fig. 82. Seiches du lac de Brienz.

Fig. 83 et 84. Seiches longitudinales du lac de Neuchâtel étudiées simultanément aux deux extrémités du lac.

Fig. 85 à 88. Seiches transversales du lac Léman étudiées simultanément sur les deux rives du lac.

Fig. 89. Seiches de Morges étudiées simultanément à l'aide du plémyramètre et des courants du port. Seiches de II<sup>e</sup> et de III<sup>e</sup> ordre.

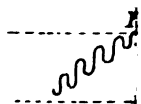
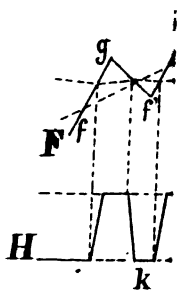
Fig. 90 et 91. Seiches du lac de Neuchâtel par un jour de violente bise.



F.A.F

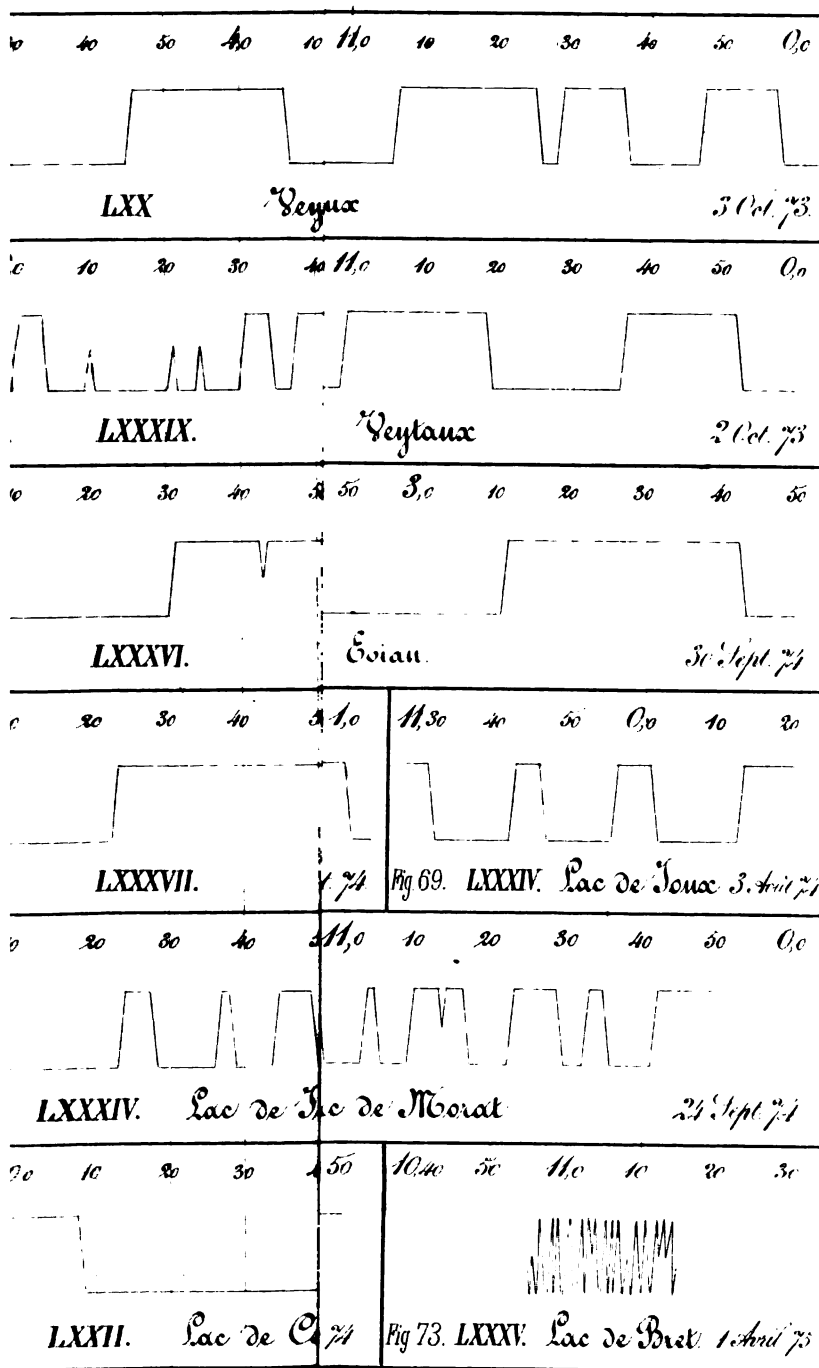


N

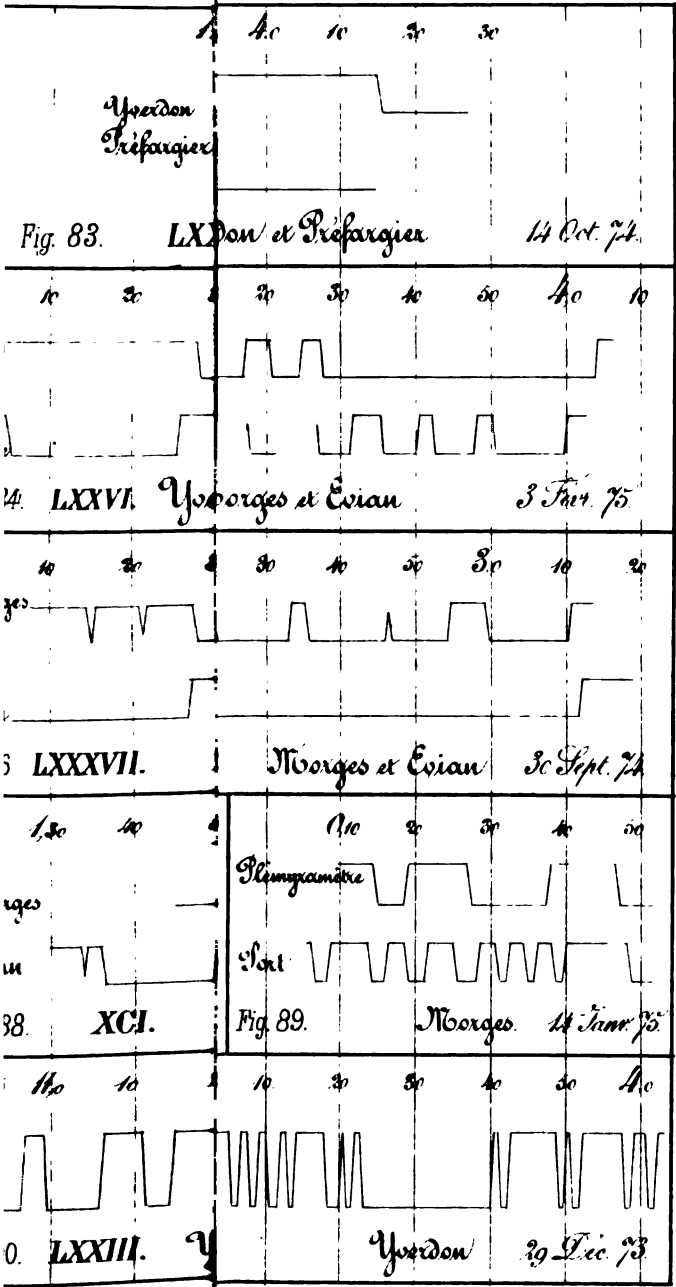


|    |          |
|----|----------|
| 2  | 50       |
|    |          |
| 1. | 18.073   |
| 2  | 36       |
|    |          |
|    | 27.01.73 |
|    | 30       |
|    |          |
|    | 4.12.73  |
|    | 30       |
|    |          |
|    | 9.12.74  |
|    | 30       |
|    |          |
|    | 2.12.73  |
|    | 10       |
|    |          |
|    | 1.12.73  |

1511.15 31  
[illegible]











## COMPTE-RENDU MENSUEL

PRÉSENTÉ A LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

par son délégué J. MARGUET

## DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à l'Asile des Aveugles

par M. HIRZEL, Directeur.



Année météorologique 1873-1874.

### Septembre 1874.

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| TEMPÉRATURE. — Moyenne observée . . . | 16,60 |
| Id. corrigée . . .                    | 16,29 |
| Moyenne normale . . .                 | 13,44 |
| Excédant, degrés centésim. . .        | 2,85  |

Variation de la température moyenne diurne :

|                            | Maximum.           | Minimum.           | Différence. |
|----------------------------|--------------------|--------------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 21,3 le 3 . . . .  | 14,9 le 6 . . . .  | 6,4         |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | 17,3 le 12 . . . . | 12,1 le 15 . . . . | 5,2         |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | 19,5 le 25 . . . . | 16,0 le 30 . . . . | 3,5         |

Plus grande variation :  $21,3 - 12,1 = 9,2$ .

La température moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale les 14 et 15 seulement; en tout *deux* fois. Ce mois a été exceptionnellement chaud.

Température la plus élevée aux heures

d'observation 24,2 le 3, à 1 h.

» la plus basse aux heures

d'observation 9,7 le 15, à 7 h.

Différence . . . 14,5

La moyenne mensuelle n'a été prise que sur 29 jours, l'observation du 5, à 1 h., n'ayant pas été faite.

PRESSIION DE L'AIR. — Moyenne observée . . 719,39

Id. corrigée . . 719,27

Moyenne normale . . 718,55

Excédant, millim. 0,72

Variation de la pression moyenne diurne:

|                              | Maximum.          | Minimum.          | Différence. |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . | 721,8 le 4 . . .  | 714,9 le 9 . . .  | 6,9         |
| 2 <sup>me</sup> » . . .      | 721,2 le 14 . . . | 715,7 le 20 . . . | 5,5         |
| 3 <sup>me</sup> » . . .      | 724,1 le 25 . . . | 716,5 le 21 . . . | 7,6         |

Plus grande variation:  $724,1 - 714,9 = 9,2$  millim.

La plus grande variation de pression est exactement la même dans ce mois que la variation maximum de la température de l'air.

La pression moyenne diurne a été inférieure à la pression normale les 8, 9, 10; 12, 13, 16, 17, 19, 20; 21. En tout *dix* fois. Les fortes pressions se sont montrées surtout dans la 3<sup>me</sup> décade et dans la première.

### 3 SÉP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 589

Pression la plus forte aux heures

d'observation 724,9 le 25, à 7 h.

» la plus faible aux heures

d'observation 714,6 le 9, à 1 h.

Différence . . . 10,3

La moyenne a été déduite de 29 observations seulement, parce que l'observation du 5, à 1 h., n'a pas été faite.

HUMIDITÉ RELATIVE. — Moyenne observée 74,0.

Variation de l'humidité relative moyenne diurne :

|                            | M. xii. um.      | Minimum.         | Différence. |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 84 le 9 . . . .  | 64 le 7 . . . .  | 20          |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | 84 le 20 . . . . | 59 le 14 . . . . | 25          |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | 81 le 21 . . . . | 62 le 25 . . . . | 19          |

Plus grande variation : 84 — 59 = 25.

Variation moyenne : 17,2.

L'humidité relative a été inférieure à la moyenne mensuelle les 8 premiers jours du mois; les 13, 14; 22, 25. En tout *douze* fois.

Humidité relative la plus forte aux

heures d'observation 97 le 9, à 9 h.

» relative la plus faible aux

heures d'observation 50 les 13 et 25, à 1 h.

Différence . . 47

CLARTÉ DU CIEL. — Moyenne observée. . 4,9.

Le ciel a été entièrement couvert les 11, 12, 18. En tout *trois* fois seulement dans la seconde décade.

La clarté moyenne a été indiquée par un nombre inférieur à la moyenne mensuelle les 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8;

*Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. XIII. N° 74.*

13, 14, 15, 16, 19; 21, 24, 25, 26, 27. En tout *dix-sept* fois, ce qui indique un temps généralement clair.

VENT DOMINANT. — N NE E SE S SO O NO  
3 6 0 9 0 8 0 0

C'est le Sud-Est qui a dominé le plus souvent pendant toute une journée.

Fréquence en tant pour cent :

|    |    |   |    |   |    |   |    |
|----|----|---|----|---|----|---|----|
| N  | NE | E | SE | S | SO | O | NO |
| 11 | 29 | 2 | 32 | 4 | 20 | 1 | 1  |

Soit p<sup>r</sup> les vents du Sud,  $S + SE + SO = 56$  p<sup>r</sup> cent.  $\left\{ \begin{array}{l} N \\ S \end{array} \right. = 0,73$   
 » » » Nord,  $N + NE + NO = 41$  »

La fréquence considérable des vents du Sud explique la haute température du mois de septembre.

Calme 25 fois sur 100.

Direction moyenne du vent : Est 16°.18' Sud ou N. 106°.18' E.

Fréquence moyenne du vent : 30,48 pour cent.

Le vent n'a soufflé assez fortement que *deux* fois du Nord, les 13 et 25; *deux* fois du Sud-Ouest, les 10 et 12; fort vent de NE dans la nuit 15-16.

EAU TOMBÉE. — Hauteur. Nombre de fois. Date.

|                        |   |       |       |   |   |   |   |   |        |
|------------------------|---|-------|-------|---|---|---|---|---|--------|
| 1 <sup>re</sup> décade | . | 5,125 | .     | 1 | . | . | . | . | le 10. |
| 2 <sup>me</sup>        | » | .     | 6,000 | . | 1 | . | . | . | le 11. |
| 3 <sup>me</sup>        | » | .     | 0,750 | . | 1 | . | . | . | le 24. |

Total millim. 11,875 . . 3

Total normal 118,216 . 11,5

Déficit . . 106,341 . 8,5

# 5 SÉP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 591

Ce mois a été très sec et d'une manière extraordinaire.

CARACTÈRE DU TEMPS. — Le plus souvent clair, beau et peu nuageux.

## Octobre 1874.

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| TEMPÉRATURE. — Moyenne observée . . . | 10,90 |
| Id. calculée . . .                    | 10,69 |
| Moyenne normale . . .                 | 9,18  |
| Excédant, degré centésim. . .         | 1,51  |

Variation de la température moyenne diurne:

|                              | Maximum. |             | Minimum. |             | Différence. |
|------------------------------|----------|-------------|----------|-------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . | 15,5     | le 1 . . .  | 9,0      | le 3 . . .  | 6,5         |
| 2 <sup>me</sup> » . . .      | 14,6     | le 20 . . . | 10,9     | le 14 . . . | 3,7         |
| 3 <sup>me</sup> » . . .      | 13,4     | le 21 . . . | 6,9      | le 24 . . . | 6,5         |

Plus grande variation :  $15,5 - 6,9 = 8,6$ .

La température moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale les 3; 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31. En tout *neuf* fois. La 3<sup>me</sup> décade a été froide. On peut signaler au commencement du mois, du 1 au 3 et à la fin, du 21 au 24, une brusque variation de température en baisse.

Température la plus élevée aux

heures d'observation 19,6 les 1 et 13, à 1 h.

Id. la plus basse aux

heures d'observation 5,0 le 26, à 7 h.

Différence . . . 14,6

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| PRESSION DE L'AIR. — Moyenne observée | 718,40 |
| Id. corrigée                          | 718,30 |
| Moyenne normal.                       | 717,67 |
| Excédant, millim.                     | 0,63   |

Variation de la pression moyenne diurne :

|                            | Maximum.        | Minimum.        | Différence. |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 723,7 le 10 . . | 710,7 le 3 . .  | 13,0        |
| 2 <sup>me</sup> décade . . | 723,5 le 11 . . | 712,1 le 15 . . | 11,4        |
| 3 <sup>me</sup> décade . . | 726,1 le 26 . . | 713,4 le 22 . . | 12,7        |

Plus grande variation :  $726,1 - 710,7 = 15,4$ .

Forte oscillation en hausse du 3 au 10 et du 22 au 26 ; en baisse du 11 au 15.

La pression moyenne diurne a été inférieure à la pression moyenne normale les 1, 2, 3, 4, 5, 7 ; 15, 16 ; 21, 22, 23. En tout, *onze* fois. Les fortes pressions ont eu lieu principalement dans les deux dernières décades.

Pression la plus forte aux heures d'observation 727,3 le 26.

» » faible » » 708,9 le 3.

Différence . . . 18,4

HUMIDITÉ RELATIVE. — Moyenne observée . . 83,1.

Variation de l'humidité moyenne diurne :

|                              | Maximum.         | Minimum.         | Différence. |
|------------------------------|------------------|------------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . | 89 le 3 . . . .  | 70 le 5 . . . .  | 19          |
| 2 <sup>me</sup> » . . . .    | 90 le 18 . . . . | 68 le 13 . . . . | 22          |
| 3 <sup>me</sup> » . . . .    | 92 le 27 . . . . | 77 le 24 . . . . | 15          |

Plus grande variation :  $92 - 68 = 24$ .

Variation moyenne = 13,7.

L'humidité moyenne diurne a été inférieure à la moyenne

7 SÉP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 593  
mensuelle les 1, 5, 6, 7 ; 13, 19 ; 22, 23, 24. En tout,  
*neuf fois*.

Humidité relative la plus forte aux  
heures d'observation 97 le 27, à 7 h.

» relative la plus faible aux  
heures d'observation 35 le 13, à 1 h.

Différence . . . 62

CLARTÉ DU CIEL. — Moyenne observée 6,1.

Le ciel a été entièrement couvert les 3 ; 21, 22. En tout,  
*trois fois seulement*.

La clarté moyenne a été indiquée par un nombre infé-  
rieur à la moyenne les 5, 6, 7, 10 ; 11, 12, 13, 14 ; 24,  
25, 27, 28, 31. En tout, *treize fois*.

NB. Les moyennes ci-dessus ont été déduites de 29 ob-  
servations diurnes, parce que l'observation de 1 h. a man-  
qué les 9 et 25 du mois.

VENT DOMINANT. — N NE E SE S SO O NO  
0 6 0 6 7 5 0 0

Le Sud a été le plus souvent dominant pendant tout une  
journée.

Fréquence en tant pour cent :

| N | NE | E | SE | S  | SO | O | NO |
|---|----|---|----|----|----|---|----|
| 4 | 21 | 2 | 25 | 26 | 19 | 3 | 0  |

Soit pour les vents du Sud : S + SE + SO = 70 |  
» » » du Nord : N + NE + NO = 25 |

rapport  $\frac{N}{S} = 0,36$ .

Les vents du Sud ayant soufflé beaucoup plus souvent



que ceux du Nord, ce fait explique la haute température relative du mois d'octobre.

Calme : 22 fois sur 100.

Direction moyenne du vent : Est 64°.42' Sud ou N. 154°.42' Est.

Fréquence moyenne du vent : 42,32 pour cent.

Le vent a soufflé en tempête du SO les 3 et 4; assez fortement du SO les 21 et 22; du NE le 23.

| EAU TOMBÉE. —                  | Hauteur. | Nombre de fois. | Date.              |
|--------------------------------|----------|-----------------|--------------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . . | 39,750   | . . 5 . .       | les 2, 3, 4, 5, 8. |
| 2 <sup>me</sup> » . . . .      | 0,000    | . . 0 . .       |                    |
| 3 <sup>me</sup> » . . . .      | 3,125    | . . 1 . .       | le 23.             |

Total millimèt. 42,875 . . 6

Total normal 124,276 . 13,7

Déficit . . . . 81,401 . 7,7

Ce mois a encore été relativement sec.

CARACTÈRE DU TEMPS. — Généralement brumeux ou nuageux.

Faits divers. — Le 3 grésil à 1 h.  $\frac{1}{2}$ . — Brouillards les 7, 8, 13, 15, 27 et 28.

### Novembre 1874.

TEMPÉRATURE. — Moyenne observée . . . . . 3,83

Id. corrigée . . . . . 3,64

Moyenne normale . . . . . 4,02

Déficit degré centésim. . 0,38

## Variation de la température moyenne diurne :

|                              | Maximum.         | Minimum.          | Différence. |
|------------------------------|------------------|-------------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . . | 7,5 le 1 . . . . | 6,5 le 10 . . .   | 1,0         |
| 2 <sup>me</sup> » . . .      | 7,6 le 19 . . .  | — 1,3 le 13 . . . | 8,9         |
| 3 <sup>me</sup> » . . .      | 7,1 le 30 . . .  | — 3,4 le 25 . .   | 10,5        |

Plus grande variation : 7,6 — (— 3,4) = 11,0.

Le maximum a peu varié pendant le mois, et la variation pendant la première décade a été très faible. Hausse très forte du 13 au 19 et du 25 au 30 ; baisse très sensible du 19 au 25.

La température moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale les 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20 ; et pendant toute la 3<sup>me</sup> décade à l'exception des 29 et 30. En tout, *quinze* fois. La première décade a été chaude, mais les deux autres ont été froides. Mois froid en définitive.

Température la plus élevée aux

heures d'observation 9,8 les 1 et 4, à 1 h.

» la plus basse aux

heures d'observation —4,4 le 24, à 7 h.

Différence . . . 14,2

PRESSIION DE L'AIR. — Moyenne observée . . . 716,28

Id. corrigée . . . 716,19

Moyenne normale . . . 716,63

Déficit, millimètre . . 0,44

## Variation de la pression moyenne diurne :

|                            | Maximum.        | Minimum.        | Différence. |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 727,0 le 7 . .  | 719,8 le 10 . . | 7,2         |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | 718,1 le 18 . . | 708,4 le 12 . . | 9,7         |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | 717,9 le 24 . . | 704,7 le 30 . . | 13,2        |

Plus grande variation :  $727,0 - 704,7 = 22,3$ .

Du 7 au 10 forte baisse et du 10 au 12 ; hausse du 12 au 18 ; forte baisse du 24 au 30.

La pression moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale pendant toute la seconde décade, sauf le 18 ; et pendant la troisième décade, à l'exception des 22 et 24. En tout, *dix-sept* fois. Pressions faibles généralement, sauf dans la première décade.

Pression la plus forte aux heures

d'observation 727,6 le 7, à 7 h.

» la plus faible aux heures

d'observation 702,8 le 30, à 9 h.

Différence . . . 24,8

HUMIDITÉ RELATIVE. — Moyenne observée 88,3.

Variation de l'humidité moyenne diurne :

|                        | Maximum.        | Minimum  | Différence. |
|------------------------|-----------------|----------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade | 93 le 5         | 81 le 8  | 12          |
| 2 <sup>me</sup> »      | 99 les 14 et 15 | 58 le 12 | 41          |
| 3 <sup>me</sup> »      | 100 le 27       | 68 le 30 | 32          |

Plus grande variation . . .  $100 - 58 = 42$ .

Variation moyenne . . . 9,5.

L'humidité relative moyenne diurne a été inférieure à la moyenne mensuelle les 8, 9, 10 ; 11, 12, 17, 20 ; 21, 22, 30. En tout, *dix* fois. Le mois a été humide.

La saturation complète a eu lieu le 13, à 1 h. ; le 14, à 7 h. et à 9 h. du soir ; le 15, à 1 h. et à 9 h. du soir ; le 16, à 7 h. et à 1 h. ; le 24, à 9 h. ; le 25, à 7 h. et à 1 h. ; le 26, à 7 h. ; le 27 tout le jour et le 28, à 7 h.

11 SÉP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 597

Humidité relative la plus forte aux  
heures d'observation 100

» relative la plus faible aux  
heures d'observation 53 le 12, à 1 h.

Différence . . . 47

CLARTÉ DU CIEL. — Moyenne observée 7,4.

Le ciel a été entièrement couvert les 2, 3, 4, 9; 11, 16, 17, 18, 19; 21, 27, 28. En tout, *douze* fois.

La clarté moyenne a été indiquée par un nombre inférieur à la moyenne mensuelle les 1, 5, 8, 10; 12, 13, 14, 15, 20; 23, 24, 25, 26, 30. En tout, *quatorze* fois.

VENT DOMINANT. — N NE E SE S SO O NO  
5 9 1 2 4 5 0 1

C'est le NE qui a soufflé le plus souvent pendant toute une journée.

Fréquence en tant pour cent :

|    |    |   |    |    |    |   |    |
|----|----|---|----|----|----|---|----|
| N  | NE | E | SE | S  | SO | O | NO |
| 16 | 29 | 6 | 9  | 13 | 17 | 1 | 9  |

La fréquence du vent de Nord-Est explique la température assez basse du mois.

Calme 17 fois sur 100.

Direction moyenne du vent . . Nord 77°55' Est.

Fréquence moyenne du vent : 54,86 pour cent.

Vents du Nord,  $N + NE + NO = 54$  } rapport  $\frac{N}{S} = 1,38$ .  
Vents du Sud,  $S + SE + SO = 39$  }

Le vent a soufflé en tempête du NE le 14, du SO le 19; assez fortement du NE les 12 et 13; du NO le 11.

| EAU TOMBÉE. —          |         |        | Hauteur. | Nombre de fois. | Date.                  |
|------------------------|---------|--------|----------|-----------------|------------------------|
| 1 <sup>re</sup> décade | . . .   | 0,000  | . . .    | 0               |                        |
| 2 <sup>me</sup>        | » . . . | 71,045 | . . .    | 6 les           | 11, 16, 17, 18, 19, 20 |
| 3 <sup>me</sup>        | » . . . | 20,070 | . . .    | 4 les           | 21, 27, 28, 29.        |
| Total, millimètr.      |         |        | 91,115   | . .             | 10                     |
| Total normal           |         |        | 80,419   | . .             | 13                     |
| Différence             |         |        | + 10,696 | . .             | — 3                    |

CARACTÈRE DU TEMPS. — Généralement très nuageux ou brumeux.

Faits divers. — Brouillards les 1, 3, 4, 17, 21. — Neige les 16, 23, 27, 28.

## AUTOMNE DE L'ANNÉE MÉTÉOROLOGIQUE 1873-1874.

| MOIS             | Température.<br>Degrés centés. | Pression de<br>l'air.<br>Millimètres. | Humidité<br>relative.<br>Pour cent.                                                   | Clarté du<br>ciel. | Direction du<br>vent.<br>Sur 100 vents | Fréquence<br>du vent<br>pour cent. | Vent<br>dominant<br>pour cent. | Hauteur d'eau<br>tombe.<br>Millimètres. | Nombre de<br>jours de chute<br>d'eau. |
|------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|
| Septembre . . .  | 16,29                          | 749,27                                | 74,0                                                                                  | 4,9                | N106°18E                               | 30,5                               | SE 32                          | 11,875                                  | 3                                     |
| Octobre . . .    | 10,69                          | 718,30                                | 83,1                                                                                  | 6,1                | N154°42E                               | 42,3                               | S 26                           | 42,875                                  | 6                                     |
| Novembre . . .   | 3,64                           | 716,19                                | 88,3                                                                                  | 7,4                | N49°34E                                | 17,7                               | NE 29                          | 91,115                                  | 10                                    |
| Moyennes . . .   | 10,21                          | 717,92                                | 81,8                                                                                  | 6,1                | N.120°1E                               | 23,5                               | variable                       | 145,865                                 | 19                                    |
| Normales . . .   | 8,88                           | 717,62                                | Température exceptionnelle; pression à<br>peu près normale. Grande humidité relative. |                    |                                        |                                    |                                |                                         | 38,2                                  |
| Différences. . . | + 1,33                         | + 0,30                                | Enorme déficit d'eau et de jours de chute.                                            |                    |                                        |                                    |                                |                                         | —19,2                                 |
|                  |                                |                                       |                                                                                       |                    |                                        |                                    |                                | —177,046                                |                                       |

## RÉSUMÉ ANNUEL POUR 1873-1874. N° 1.

| SAISONS         | Température.    | Pression de l'air. | Humidité relative. | Clarté du ciel. | Hauteur d'eau tombée. | Nombre de jours de chute d'eau. | OBSERVATIONS                                                                                     |
|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | Degres centigr. | Millimètres.       | %                  |                 | Millimètres.          |                                 |                                                                                                  |
| HIVER . . . .   | 0,78            | 724,63             | 87,0               | 6,7             | 63,700                | 17                              | Année chaude à pression élevée; relativement très sèche avec peu de jours plus ou moins neigeux. |
| PRINTEMPS. .    | 8,82            | 716,98             | 68,3               | 6,3             | 187,625               | 36                              |                                                                                                  |
| ÉTÉ . . . . .   | 18,74           | 718,61             | 68,6               | 5,5             | 292,900               | 36                              |                                                                                                  |
| AUTOMNE . .     | 10,21           | 717,92             | 81,8               | 6,1             | 145,865               | 19                              |                                                                                                  |
| Année . . . .   | 9,64            | 718,78             | 76,42              | 6,15            | 690,090               | 108                             |                                                                                                  |
| Normales . .    | 8,35            | 717,55             | »                  | »               | 1022,388              | 151,1                           |                                                                                                  |
| Différences . . | +1,29           | +1,23              |                    |                 | — 332,298             | — 43,1                          |                                                                                                  |

# RÉSUMÉ ANNUEL POUR 1873-1874. N° 2.

Tant pour cent des différents vents en nombres ronds.

| SAISONS     | N  | NE | E  | SE | S  | SO | O | NO | Direction du vent. | Fréquence du vent. |
|-------------|----|----|----|----|----|----|---|----|--------------------|--------------------|
| HIVER . . . | 15 | 32 | 19 | 8  | 7  | 15 | 3 | 1  | N. 67° E           | 36                 |
| PRINTEMPS.  | 13 | 41 | 9  | 6  | 6  | 21 | 1 | 3  | N. 53° E           | 30,9               |
| ÉTÉ . . . . | 9  | 41 | 9  | 11 | 6  | 21 | 1 | 2  | N. 70° E           | 31,1               |
| AUTOMNE. .  | 10 | 26 | 4  | 22 | 14 | 19 | 2 | 3  | N. 120,1 E         | 23,5               |
| Année . . . | 12 | 35 | 10 | 12 | 8  | 19 | 2 | 2  | N. 73° E           | 27,9               |



On voit par ce tableau que la sécheresse de cette année peut être attribué à la prédominance du vent du Nord-Est. La résultante générale des vents est ENE, et le déplacement de l'air a eu lieu comme si le vent avait soufflé environ trente fois sur cent de l'Est-Nord-Est, vent chaud et sec.

$$\text{Rapport des vents du Sud à ceux du Nord} = \frac{S}{N} = 0,79$$

$$\text{» » d'Ouest à ceux de l'Est} = \frac{O}{E} = 0,40$$

Rapport de la quantité d'eau tombée à la moyenne des 15 années de 1857 à 1871 = 0,67.

Rapport du nombre des jours de chute d'eau au nombre moyen de la même période = 0,71.

Ainsi, il a manqué à cette année pour être sous le rapport hygrométrique une année moyenne :

33 pour cent d'eau et 29 pour cent de jours de chute d'eau.

C'est un déficit considérable.

Mois rangés d'après la plus grande variation thermométrique moyenne :

|              | Degrés centésimaux. |               | Degrés centésim. |
|--------------|---------------------|---------------|------------------|
| Février 1874 | . . 17,6            | Novembre 1874 | . 11,0           |
| Mai          | » . . 16,1          | Décembre 1873 | . 9,8            |
| Juin         | » . . 15,8          | Janvier 1874  | . 9,8            |
| Mars         | » . . 15,1          | Août          | » . 9,2          |
| Avril        | » . . 13,9          | Septembre     | » . 9,2          |
| Juillet      | » . . 12,0          | Octobre       | » . 8,6          |

Variation moyenne mensuelle 12,3 degrés centésimaux.

Mois rangés d'après la plus grande variation barométrique moyenne :

# 17 SÉP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 603

|            | Millimètres. |               | Millimètres. |
|------------|--------------|---------------|--------------|
| Avril 1874 | . 24,0       | Janvier 1874  | . 14,9       |
| Novembre » | . 22,3       | Juin »        | . 12,6       |
| Février »  | . 19,9       | Décembre 1873 | . 12,2       |
| Mars »     | . 19,0       | Juillet 1874  | . 11,7       |
| Mai »      | . 15,9       | Septembre »   | . 9,2        |
| Octobre »  | . 15,4       | Août »        | . 7,0        |

Variation moyenne mensuelle : 15,34 millimètres.

Mois rangés d'après la plus grande quantité d'eau tombée :

|            | Millimètres. |               | Millimètres. |
|------------|--------------|---------------|--------------|
| Mai 1874   | 124,500      | Octobre 1874  | 42,875       |
| Juillet »  | 121,275      | Janvier »     | 23,950       |
| Juin »     | 95,000       | Décembre 1873 | 20,000       |
| Novembre » | 91,115       | Février 1874  | 19,750       |
| Août »     | 76,625       | Mars »        | 16,250       |
| Avril »    | 46,875       | Septembre »   | 11,875       |

Moyenne mensuelle : 55,446 millimètres.

Mois rangés d'après le plus grand nombre de jours de chute d'eau :

|            | Jours. |                | Jours. |
|------------|--------|----------------|--------|
| Mai 1874   | . . 14 | Août 1874      | . . 8  |
| Juin »     | . . 14 | Février »      | . . 7  |
| Juillet »  | . . 14 | Janvier »      | . . 6  |
| Mars »     | . . 12 | Octobre »      | . . 6  |
| Avril »    | . . 10 | Décembre 1873  | . . 4  |
| Novembre » | . . 10 | Septembre 1874 | . . 3  |

Moyenne mensuelle : 8,9 jours.

Le mois de mai a été le plus abondant en eau et a donné le plus grand nombre de jours de pluie. Le mois de septembre se distingue, au contraire, par une petite quantité d'eau tombée et peu des jours de chute d'eau.

### Décembre 1874.

TEMPÉRATURE. — Moyenne observée . . . . — 0,86

Id. corrigée . . . . — 0,99

Moyenne normale . . . . + 0,22

Déficit, degrés centésim. 1,21

Variation de la température moyenne diurne:

|                            | Maximum.    |   | Minimum.    |   | Différence. |
|----------------------------|-------------|---|-------------|---|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | + 7,1 le 1  | . | + 0,1 le 4  | . | 7,0         |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | + 3,8 le 12 | . | — 3,6 le 20 | . | 7,4         |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | + 2,3 le 25 | . | — 8,1 le 31 | . | 10,4        |

Plus grande variation :  $+ 7,1 - (-8,1) = 15,2$  degrés centésimanx.

La température moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale, *deux* fois seulement pendant la première décade les 4 et 5 ; *cinq* fois du 16 au 20 pendant la deuxième décade ; à l'exception du 25 et du 26 pendant toute la troisième décade, savoir *neuf* fois ; en tout *seize* fois pendant le mois.

La plus forte température aux heures d'observation a été notée (+7,9) le 1, à 1 h. ; la plus faible (—10,1) le 31, à 7 h. du matin.

La moyenne diurne a été inférieure à zéro du 16 au 24 et du 27 au 31 ; en tout *quatorze* fois.

PRESSIION DE L'AIR. — Moyenne observée . . . 711,20

Id. corrigée . . . 711,11

Moyenne normale . . . 718,71

Déficit, millimètres . . . 7,60

Variation de la pression moyenne diurne :

|                            | Maximum.           | Minimum.            | Différence. |
|----------------------------|--------------------|---------------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 720,8 le 7 . . . . | 704,7 le 9 . . . .  | 16,1        |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | 715,0 le 18. . . . | 698,0 le 12 . . . . | 17,0        |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | 719,4 le 28. . . . | 702,0 le 21 . . . . | 17,4        |

Plus grande variation :  $720,8 - 698,0 = 22,8$  millim.

La pression moyenne diurne a été inférieure à la moyenne normale du 1 au 5 et du 9 au 10, *sept* fois pendant la première décade; pendant toute la deuxième décade, *dix* fois; pendant toute la troisième décade sauf les 28 et 31, *huit* fois; en tout *vingt-cinq* fois pendant le mois.

La pression la plus élevée a été notée aux heures d'observation (722,6) le 7, à 9 h. du soir; la plus basse (697,5) le 12, à 1 h. après midi.

HUMIDITÉ RELATIVE. — Moyenne observée . . 91,13.

Variation de l'humidité moyenne diurne :

|                            | Maximum.             | Minimum.           | Différence. |
|----------------------------|----------------------|--------------------|-------------|
| 1 <sup>re</sup> décade . . | 94 le 2 . . . . .    | 72 le 10 . . . . . | 22          |
| 2 <sup>me</sup> » . .      | 99 les 16, 18 et 19  | 81 le 15 . . . . . | 18          |
| 3 <sup>me</sup> » . .      | 100 le 23, . . . . . | 79 le 26 . . . . . | 21          |

Plus grande variation :  $100 - 72 = 28$ .

Variation moyenne . . . . . 11,08.

L'humidité moyenne diurne a été inférieure à la moyenne mensuelle pendant toute la première décade, sauf les 2 et 9, *huit* fois; pendant la deuxième décade les 12, 14, 15, *trois* fois; pendant la troisième décade *zéro* fois; en tout pendant le mois *onze* fois. Ce mois a été très humide.

La plus forte humidité aux heures d'observation a été notée (100) les 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 28, 29 et

30 à différentes heures de la journée; la plus faible (57) le 1, à 7 h. du matin.

CLARTÉ MOYENNE DU CIEL. — Moyenne observée 8,13.

La clarté a été notée par un nombre inférieur à la moyenne les 6, 7, 10, *trois* fois pendant la première décade; les 17 et 18, *deux* fois pendant la deuxième décade; les 22, 23, 27, 29 et 31, *cinq* fois; en tout, pendant le mois *dix* fois.

VENT DOMINANT. — N NE E SE S SW W NW(\*)  
2 13 0 1 0 7 0 0

Le vent dominant aux heures d'observation a été le NE.

Fréquence en tant pour cent. —

| N | NE | E | SE | S | SW | W | NW |
|---|----|---|----|---|----|---|----|
| 8 | 48 | 2 | 5  | 2 | 22 | 8 | 5  |

Calme 16 fois sur 100.

Direction moyenne du vent : Nord 26°58', 6 Est.

Fréquence moyenne du vent . 27,36 pour cent.

Le vent a soufflé fortement du SW les 9, 11 et 12 jours de tempête; assez fortement du NE les 17, 27, 28, 29 et 30 (intensité 3).

EAU TOMBÉE. —

|                        | Hauteur. | Nombre de fois. | Dates.                            |
|------------------------|----------|-----------------|-----------------------------------|
| 1 <sup>re</sup> décade | 90,825   | 6               | les 1, 2, 3, 8, 9 et 10.          |
| 2 <sup>me</sup> »      | 38,200   | 7               | les 11, 12, 13, 14, 15, 17 et 20. |
| 3 <sup>me</sup> »      | 9,950    | 1               | le 26.                            |

Total mm. 138,975 . 14

Total norm. 61,519 . 12,1

Excédant . 77,456 . 1,9

(\*) Par convention internationale Ouest est représenté par W.

21 SÉP. OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. BULL. 607

Le mois de Décembre 1874 a été relativement humide et pluvieux.

CARACTÈRE DU TEMPS. — Généralement couvert. Il n'a été clair que les 23. 27, 29; en tout *trois* fois.

Il a neigé avec la pluie les 2, 13, et sans pluie les 16, 17, 19 et 20 pendant la nuit.



## SUR LA DIFFUSION HYGROMÉTRIQUE

(DEUXIÈME MÉMOIRE)

par

**M. L. DUFOUR,**

professeur de Physique à l'Académie de Lausanne.

Dans un précédent mémoire<sup>(1)</sup>, j'ai montré qu'une cloison de terre poreuse qui sépare deux masses d'air dans des états hygrométriques différents est traversée par un double courant de diffusion. Le courant qui va de l'air plus sec à l'air plus humide est plus abondant que l'autre. Si la cloison poreuse constitue, en tout ou en partie, la paroi d'un vase fermé, il se produira, entre ce vase et l'espace ambiant, une différence permanente de pression. La pression sera plus forte à l'intérieur si l'intérieur du vase est plus humide; elle y sera moins forte si c'est l'extérieur qui est plus riche en vapeur. La différence de pression qui se produit et qui se maintient entre les deux faces de la cloison poreuse dépend de la différence des tensions de la vapeur aqueuse de part et d'autre de cette cloison; elle lui est à peu près proportionnelle. — On peut admettre que la différence de pression qui se produit diminue celui des deux courants de diffusion qui

(<sup>1</sup>) *Recherches sur la diffusion entre l'air sec et humide dans le Bulletin de la Soc. vaud. des Sc. nat. N° 72, ann. 1874.*

est le plus abondant et accroît l'autre. Il s'établit bientôt un état stationnaire correspondant à une différence  $\Delta p$  des pressions pour laquelle les deux courants ont, à chaque instant, une intensité égale. Cette quantité  $\Delta p$  se maintient fixe tant que la différence des conditions hygrométriques se conserve la même des deux côtés de la paroi poreuse.

Si la pression demeure égale des deux côtés, la différence des courants de diffusion devient appréciable par un excès de déplacement gazeux dirigé de l'air plus sec vers l'air plus humide.

Dans les pages qui suivent, on trouvera quelques faits nouveaux relatifs à cette diffusion entre l'air sec et l'air humide que j'appellerai dorénavant, pour abrégé, la *diffusion hygrométrique*.

Comme dans les premières expériences, j'ai disposé la cloison poreuse de telle sorte qu'elle constituât, en tout ou en partie, la paroi d'un vase qui pouvait être fermé et relié à un manomètre. Dans ce vase, et par conséquent sur l'une des faces de la cloison poreuse, on entretenait de l'air sec ou de l'air humide tandis que l'espace ambiant était entretenu dans un état hygrométrique différent. Afin de pouvoir varier l'état hygrométrique de l'air ambiant, j'ai continué à faire un fréquent usage de ce qui est désigné, dans le premier mémoire, sous les noms de *cylindre humide* et de *cylindre sec*. Le premier est un vase cylindrique de verre revêtu, sur sa face interne, de deux doubles de papier brouillard plongeant dans une couche d'eau de 8 à 10<sup>mm</sup> qui recouvre le fond. Le second est un cylindre qui a reçu une couche de quelques millimètres d'acide sulfurique concentré. L'un et l'autre étaient soigneusement fermés jusqu'au moment où ils devaient



servir dans une expérience. Peu de temps avant de les employer, on avait soin de les incliner et de les tourner quelques instants de telle sorte que soit l'eau, soit l'acide sulfurique vinssent mouiller les parois intérieures. L'un de ces vases fournissait donc une atmosphère très humide et l'autre une atmosphère desséchée. J'ai d'ailleurs montré que ces atmosphères n'étaient ni absolument saturées, ni complètement privées de vapeur d'eau<sup>(1)</sup>.

Le tube qui reliait le vase à cloison poreuse avec le manomètre était pourvu, sur son trajet, d'un robinet (R) à trois voies. Par la manœuvre de ce robinet, on pouvait établir ou exclure la communication avec l'air extérieur et par conséquent permettre aux pressions intérieure et extérieure de s'équilibrer ou de différer l'une de l'autre.

### Diffusion à travers des plaques de marbre.

1. — Les essais ont été faits à l'aide de deux plaques de marbre de Carrare de 5<sup>mm</sup> d'épaisseur. Ces plaques étaient parfaitement blanches, d'une texture saccharoïde très homogène et très compacte. L'une d'elles était polie sur l'une des faces; les autres faces étaient mates quoique bien unies.

Chaque plaque a été mastiquée sur le bord de la large ouverture d'un entonnoir de 85<sup>mm</sup> de diamètre; la surface qui intervenait dans la diffusion était donc de 5539<sup>mm</sup> carrés. Au col de l'entonnoir venait s'adapter le tube qui communiquait avec le manomètre et sur le trajet duquel se trouvait le robinet R.

Afin de pouvoir entretenir sur l'un des côtés de la

(1) *Recherches sur la diffusion*, etc. p. 34.

plaque de marbre, dans l'intérieur de l'entonnoir, une atmosphère très humide, j'ai employé le procédé suivant qui a été utilisé également dans les expériences dont il sera question plus bas. — Plusieurs fragments d'éponge, gros comme de petites noisettes, ont été traversés par un fil de fer rigide. Le premier morceau d'éponge était attaché à environ 10<sup>mm</sup> de l'extrémité du fil ; les autres suivaient, formant ainsi une sorte de chapelet. Ce chapelet ayant été plongé dans de l'eau puis convenablement débarrassé de son excès de liquide, était introduit, par le col, dans l'intérieur de l'entonnoir. L'extrémité du fil de fer venait appuyer contre la plaque de marbre qui n'était point touchée par les éponges. On avait ainsi, dans le volume de l'entonnoir, un corps mouillé offrant une grande surface à l'évaporation et retenant assez le liquide qui l'imbibait pour que ce liquide ne risquât pas de couler le long des parois du verre ou sur la cloison de marbre.

En laissant l'entonnoir à l'air libre, en le suspendant dans le cylindre sec ou dans le cylindre humide, on plaçait les deux faces de la plaque de marbre en contact avec des atmosphères dans des états hygrométriques différents. Lorsque l'entonnoir était dans un des cylindres, on avait soin de garnir l'ouverture, autour du col, avec une épaisse couche de coton destinée à diminuer l'effet des variations de la température ambiante et, en même temps, à empêcher l'air extérieur de venir trop facilement se mélanger à l'air très sec ou très humide du cylindre.

**2.** — Voici maintenant quelques-unes des expériences faites.

A. Plaque de marbre dont la surface polie était à l'in-

térieur de l'entonnoir lequel avait été pourvu du chapelet d'éponges humides. Température de  $18^{\circ}$ .

L'entonnoir a été installé dans le cylindre humide.

La pression augmenta de  $1^{\text{mm}},3$  durant six minutes, puis elle se maintint à peu près constante durant huit minutes et diminua ensuite très lentement jusqu'à devenir la même qu'à l'extérieur. — Le cylindre humide fut alors remplacé par le cylindre sec. La pression augmenta lentement; elle atteignit  $+ 9^{\text{mm}},1$  au bout de trente minutes. — Le cylindre sec fut de nouveau remplacé par le cylindre humide; on laissa les pressions intérieure et extérieure s'équilibrer par la manœuvre du robinet à trois voies, puis le robinet fut de nouveau tourné de manière à exclure la communication avec l'air extérieur. La pression demeura plusieurs minutes stationnaire puis elle baissa faiblement. Après une heure, elle était de  $- 1^{\text{mm}}, 5$ .

*B.* Mêmes opérations que ci-dessus: Température:  $21^{\circ}$ .

L'entonnoir fut placé dans le cylindre humide.

La pression diminua un peu et atteignit environ  $0^{\text{mm}},9$  après dix minutes. — On remplaça le cylindre humide par le cylindre sec. La pression augmenta. Elle s'accrut de  $+ 10^{\text{mm}},7$  durant une heure. On enleva alors le cylindre sec, laissant l'entonnoir à l'air libre. La pression cessa de s'accroître pour diminuer lentement.

*C.* L'entonnoir, pourvu du chapelet d'éponges, a été installé dans le cylindre sec et y a été laissé durant une nuit. Après quinze heures, on trouva que le manomètre indiquait un excès de pression de  $+ 17^{\text{mm}},4$ ; il varia de moins d'un millimètre pendant une nouvelle heure d'exposition. On enleva alors le cylindre sec et on laissa l'enton-

noir à l'air libre. La pression baissa immédiatement. — La température était de  $24^{\circ}$ .

*D.* L'entonnoir a été débarrassé du chapelet d'éponges pendant plusieurs jours ; il a été laissé ouvert et a dû par conséquent renfermer de l'air à l'état hygrométrique ambiant. On le relia au manomètre puis on l'abandonna à l'air libre. La pression diminua de quelques dixièmes de millimètres en douze minutes, puis revint à sa valeur normale. On amena autour de l'entonnoir le cylindre sec. La pression augmenta lentement et atteignit  $+ 2^{\text{mm}},7$  après quatorze minutes. — On enleva le cylindre sec et on le remplaça par le cylindre humide. Il se produisit alors une diminution de pression de  $- 4^{\text{mm}},3$  en vingt-sept minutes. — Température :  $16$  à  $17^{\circ}$ .

*E.* Plaque de marbre à surface mate. Entonnoir pourvu du chapelet d'éponges mouillées. Température de  $20^{\circ}$ . — Après onze minutes d'exposition à l'air libre (état hygrométrique  $0,67$  d'après les indications d'un psychromètre voisin) la pression augmenta de  $+ 3^{\text{mm}},2$ . — On laissa les pressions intérieure et extérieure s'équilibrer, puis on plaça l'entonnoir dans le cylindre humide. La pression diminua lentement et atteignit  $- 0^{\text{mm}},3$  à  $- 0^{\text{mm}},4$  après douze minutes. — Le cylindre humide fut remplacé par le cylindre sec, la communication laissée libre avec l'extérieur durant huit minutes, puis le robinet R fut fermé. La pression augmenta de  $+ 13^{\text{mm}},3$  en vingt minutes. — Une nouvelle exposition dans le cylindre humide, suivie d'une autre dans le cylindre sec, donnèrent des résultats parfaitement conformes à ceux qui viennent d'être indiqués. — Température :  $21^{\circ}$ .

*F.* Le même entonnoir que ci-dessus, pourvu du cha-

pelet d'éponges, fut abandonné durant deux heures dans le cylindre sec. Au bout de ce temps, il y avait un excès de pression de  $+ 19^{\text{mm}}$  qui se maintenait remarquablement constant. Le cylindre sec fut remplacé par le cylindre humide; la pression diminua et n'était plus que de  $+ 3^{\text{mm}}$  après une heure.

G. L'entonnoir, avec la plaque de marbre non poli, débarrassé du chapelet d'éponges, a été placé durant cinq jours sous une cloche, à côté d'une soucoupe remplie d'acide sulfurique concentré. L'air intérieur a donc dû se dessécher beaucoup. — L'appareil a été retiré, relié au manomètre, puis installé dans le cylindre humide. La pression a peu varié d'abord: durant les premières minutes, il y a eu plutôt un accroissement de 1 à  $1^{\text{mm}}$ , 2. Mais le mouvement du manomètre n'a pas tardé à se produire en sens inverse et, après quatre heures, il y avait une diminution de pression de  $- 5^{\text{mm}}$ , 3.

Beaucoup d'autres expériences pareilles à celles qui viennent d'être indiquées, et que je crois superflu de rapporter en détail, ont donné des résultats semblables. Toutes ces expériences sont analogues à celles qui ont été faites avec les vases de terre poreuse et qui se trouvent décrites dans mon premier mémoire. Les résultats sont les mêmes quant au sens de la variation de pression et je crois inutile de reproduire ici les motifs déjà développés précédemment pour prouver que ces variations ne sont pas dues à des changements de température<sup>(1)</sup>.

3. Si l'on examine les détails des expériences qui précèdent, on reconnaîtra bientôt que les variations de la

<sup>(1)</sup> *Recherches sur la diffusion*, etc. p. 13.

pression s'expliquent toujours en admettant qu'il y a, à travers les plaques de marbre, un excès de diffusion allant de l'air plus sec vers l'air plus humide. — Le marbre jouit donc, sous ce rapport, de la propriété qui a été constatée avec les vases de terre poreuse.

Je dois ajouter, à la conclusion qui précède et aux expériences décrites plus haut, les quelques remarques suivantes :

La variation de pression due à la diffusion hygrométrique se produit beaucoup plus lentement à travers les plaques de marbre qu'à travers les lames de terre poreuse précédemment étudiées. Il faut un temps bien plus long pour arriver au maximum de différence de pression.

Des essais dans lesquels j'ai fait diffuser, à travers les mêmes plaques de marbre, de l'air et de l'hydrogène ou de l'air et du gaz d'éclairage ont aussi montré une diffusion beaucoup plus lente que celle qui s'observe entre les mêmes gaz à travers les cloisons de terre poreuse.

Les expériences avec le marbre ont souvent fourni, pendant quelques instants, l'anomalie suivante. — Lorsque la plaque était amenée dans le cylindre sec, on observait, dans les premières minutes, une pression constante ou même une pression un peu diminuée. C'est au bout d'un temps plus ou moins long, quatre à huit minutes, que la pression commençait à s'accroître. Lorsque la plaque de marbre avait séjourné quelque temps dans le cylindre sec et qu'on remplaçait ce dernier par le cylindre humide, on observait aussi, dans les premiers moments, un fait analogue, mais inverse, c'est-à-dire que la pression augmentait d'abord pour diminuer seulement au bout de quelques minutes. — Il me paraît très probable que ces anomalies sont dues à une condensation de vapeur ou

à une dessiccation dont est le siège la surface des plaques de marbre, dans les premiers moments qui succèdent à leur immersion dans le cylindre humide ou dans le cylindre sec. Cette condensation ou cette dessiccation s'accompagnent d'un réchauffement ou d'un refroidissement qui peut influencer assez sur l'air renfermé dans l'entonnoir pour neutraliser et au-delà l'effet produit par la diffusion. Mais cette influence-là ne doit se manifester que dans les premiers moments et l'inégalité des courants de diffusion hygrométrique finit toujours par déterminer une pression plus forte du côté où l'air est le plus humide (<sup>1</sup>).

### Diffusion hygrométrique à travers le gypse.

4. — J'ai coulé sur une surface plane une couche de gypse. puis j'ai découpé dans cette couche, avec un entonnoir de 65<sup>mm</sup> de diamètre, un disque qui a fait prise en fermant l'entonnoir et en adhérant parfaitement à sa face intérieure, près du bord. Ce disque avait environ 7<sup>mm</sup> d'épaisseur.

Des expériences tout à fait semblables à celles dont il vient d'être question avec les plaques de marbre ont été entreprises avec cette paroi de gypse. Les résultats ont été

(<sup>1</sup>) L'anomalie dont il est ici question ne se produit pas avec les parois de terre poreuse et je ne l'avais pas remarquée dans les expériences du premier mémoire. On comprend, en effet, que si la diffusion hygrométrique est rapide, elle doit, dès les premiers instants, avoir une influence prépondérante, et la faible différence de pression qui proviendrait du changement de température est dissimulée par la différence plus considérable qui résulte de l'inégalité des courants de diffusion. C'est seulement avec les cloisons poreuses fournissant une très lente diffusion que l'influence d'un changement de température peut être manifestée dans les premiers moments.

très nets et montrent que, à travers le gypse également, il y a une double diffusion entre l'air sec et l'air humide, et que le courant le plus abondant va du premier au second. — En saturant d'humidité l'atmosphère intérieure de l'entonnoir avec le chapelet d'éponges mouillées, puis en laissant cet entonnoir à l'air libre ou en l'introduisant dans le cylindre sec, on obtient toujours une augmentation de pression. — Les mêmes essais ont été répétés en employant une autre lame de gypse d'environ 8<sup>mm</sup> d'épaisseur formant le fond d'une bouteille ordinaire qui avait été coupée par une section perpendiculaire à son axe. — Ces expériences présentent, entre autres, les caractères suivants :

Lorsque l'air est au même degré d'humidité de part et d'autre de la lame, on ne peut pas entretenir longtemps une différence de pression sur les deux faces. La substance est si perméable aux gaz que l'équilibre s'établit beaucoup plus promptement que quand on emploie la terre poreuse des vases de pile ou les plaques de marbre mentionnées plus haut. — Lorsque l'une des faces de la lame de gypse est exposée à l'air libre, non saturé de vapeur, tandis que l'autre est en contact avec un air saturé, il s'établit et il se maintient une dépression du côté où l'air est saturé. Lorsqu'une des faces de la lame de gypse est plongée dans le cylindre sec, cette différence de pression est plus considérable que lors de l'exposition à l'air libre.

Les différences de pression dont il vient d'être question demeurent toujours plus faibles que celles qui ont été observées avec les vases de terre poreuse et avec les plaques de marbre. Dans des conditions très favorables, c'est-à-dire avec un air saturé de vapeur d'un côté et très



desséché de l'autre, et à une température de 22 à 23°, la différence de pression était de 1<sup>m</sup>,7 à 1<sup>m</sup>,8 pour la première lame de gyps et de 1<sup>m</sup>,5 pour l'autre. Ces petites différences de pression se sont d'ailleurs montrées très constantes lorsque les conditions hygrométriques étaient maintenues constantes aussi de part et d'autre de la paroi poreuse.

Contrairement à ce qui a été observé avec les lames de marbre, ces différences de pression se produisent très rapidement et atteignent en quelques secondes la valeur sensiblement fixe qui dépend de la quantité de vapeur en contact avec les deux faces de la paroi poreuse. Ainsi, l'entonnoir à plaque de gypse étant installé dans le cylindre sec, le robinet à trois voies étant ouvert pour laisser les pressions intérieure et extérieure s'équilibrer, dès que la communication avec l'extérieur est supprimée la pression augmente d'une manière appréciable et en moins de vingt secondes elle atteint sa valeur constante. Si l'on ouvre de nouveau le robinet R, les pressions intérieure et extérieure s'égalisent pour reparaitre dès que ce robinet est fermé. En quelques minutes, on peut ainsi voir naître un grand nombre de fois cette différence de pression.

A travers le gypse donc, les courants de diffusion hygrométrique se manifestent très promptement par une différence de pression; mais grâce à la grande porosité de la substance, une petite différence de pression suffit pour que ces deux courants soient égaux et pour que les pressions ne changent plus.

---

### Diffusion hygrométrique à travers le charbon.

**5.** — Dans une épaisse plaque de charbon de cornue, on a scié quelques lames ayant de 3 à 3<sup>mm</sup>,5 d'épaisseur. Trois de ces lames, celles qui parurent les plus homogènes et sans fissures, furent fixées avec de la cire à l'extrémité de cylindres de verre de 30 à 50<sup>mm</sup> de diamètre.

Après avoir reçu le chapelet d'éponges mouillées, un de ces cylindres était fermé par un bouchon tubulé puis relié au manomètre. En le plongeant dans le cylindre sec, on exposait l'une des faces de la lame de charbon à une atmosphère desséchée, tandis que l'autre était en contact avec un air chargé de vapeur d'eau.

Les résultats ont été sûrement semblables à ceux qui ont été fournis par les corps poreux précédents; mais cependant moins nets et plus lents à se produire. Par des températures de 18 à 22° et alors que de part et d'autre de la cloison de charbon la différence de la tension de la vapeur d'eau était de 13 à 14<sup>mm</sup>, l'inégalité des courants de diffusion déterminait des différences de pression de 1 à 1<sup>mm</sup>,7 suivant les lames.

On a observé d'ailleurs, avec le charbon, la même irrégularité que celle qui a été remarquée avec le marbre. Lorsque la paroi poreuse était plongée dans le cylindre sec, par exemple, il se manifestait, dans les premiers moments, une diminution de pression au manomètre et c'est après quelques minutes seulement que la pression augmentait et finissait par dépasser celle qui régnait à l'extérieur. Ainsi que cela a été dit précédemment, cette irrégularité est très probablement due à une évaporation

dont la face externe de la cloison poreuse était le siège par suite de son exposition dans un air très sec. Il y avait abaissement momentané de température et par suite diminution de pression dans l'appareil.

Les plaques de charbon dont il s'agit ici offraient d'ailleurs très nettement la diffusion entre des gaz de nature différente, ainsi entre l'air et le gaz d'éclairage. Mais cette diffusion était lente et faible. En plongeant la face externe de la lame dans une atmosphère de gaz d'éclairage, il se produisait, dans le tube, un lent accroissement de pression qui atteignait un maximum de 15 à 18<sup>mm</sup> d'eau. Dans des circonstances semblables et avec une même épaisseur, les cloisons de terre poreuse fournissaient un excès de pression au moins vingt fois plus fort.

### Diffusion hygrométrique à travers l'albâtre.

**6.** — Une plaque d'albâtre de 5<sup>mm</sup> d'épaisseur, bien homogène et bien blanche, à surface lisse mais non polie, a été soumise aux mêmes expériences que les plaques de marbre. — Les résultats ont été souvent irréguliers et influencés par la condensation qui se produisait à la surface externe de la plaque poreuse plongée dans le cylindre humide ou à l'évaporation dans le cylindre sec. Mais, en somme, lorsque l'appareil était exposé soit à l'air libre, soit dans le cylindre sec, pendant plusieurs heures et dans un local où la température ne variait pas d'une manière sensible, il se produisait nettement un accroissement de pression qui ne me paraît pas pouvoir être attribué à une autre cause qu'à l'inégale diffusion entre l'air sec et l'air humide. Mais la diffusion est si lente à travers l'albâtre que les autres causes qui peuvent faire varier la pression, et

notamment les variations de la température, ont une influence prépondérante. Il faut donc prendre la précaution d'abandonner l'appareil assez longtemps pour que les conditions de chaleur demeurent constantes en même temps que persistent les circonstances qui peuvent provoquer une diffusion hygrométrique.

La plaque d'albâtre employée avait une porosité très faible. Lorsque, par le moyen du robinet à trois voies, on produisait dans l'appareil une pression plus forte ou plus faible que la pression ambiante, l'équilibre ne se rétablissait qu'avec une extrême lenteur. Cette plaque, cependant, fournissait nettement une diffusion entre l'air et l'hydrogène ou l'air et l'acide carbonique; mais les courants de diffusion de ces gaz étaient environ quinze fois plus lents qu'à travers les plaques de marbre d'épaisseur égale.

**Influence de la grandeur de la surface poreuse sur la variation de la pression qui peut être produite par la diffusion hygrométrique.**

7. — J'ai employé comme paroi diffusante la paroi d'un des vases poreux mentionnés dans le précédent mémoire (cylindre de 220<sup>mm</sup> de longueur, de 40<sup>mm</sup> de diamètre et de 3<sup>mm</sup>,6 d'épaisseur de paroi). Ce vase, fermé par un bouchon à deux ouvertures, était relié d'une part au manomètre à eau et, d'une autre part, à un flacon (F) de verre vide. Le tube aboutissant au manomètre était pourvu du robinet R.

Le tube reliant le vase poreux au flacon F avait un robinet, R', qui permettait d'établir ou de supprimer la communication entre ces deux vases. Le vase F était enveloppé de coton et plongé dans un grand cylindre de bois afin de diminuer l'influence des variations de la température ambiante.

Le vase poreux recevait un godet de verre, à moitié rempli d'eau, dans lequel plongeait un paquet de mousse-line formant mèche. Ce vase se trouvait ainsi rempli d'air très humide. En l'abandonnant à l'air libre, moins riche en vapeur d'eau, ou en l'introduisant dans le cylindre sec, on provoquait une diffusion hygrométrique qui déterminait un accroissement de pression intérieure.

Voici comment les expériences ont été dirigées : Le vase poreux étant, par exemple, abandonné à l'air libre, on fermait le robinet R'. Le volume intérieur de l'appareil se composait donc seulement du vase poreux lui-même et des tubes aboutissant au manomètre. La pression augmentait et atteignait bientôt le maximum dépendant de la tension de la vapeur aqueuse de part et d'autre de la paroi. On ouvrait alors le robinet à trois voies pour permettre la communication avec l'extérieur et pour établir l'équilibre des pressions. On ouvrait le robinet R', puis on supprimait de nouveau la communication avec l'extérieur. La diffusion se produisait maintenant à travers la même paroi poreuse, mais avec un volume intérieur de l'appareil composé du vase, des tubes et du flacon F. — Après cette deuxième opération, on laissait les pressions intérieure et extérieure s'équilibrer, puis on fermait le robinet R' et on se retrouvait dans les mêmes conditions qu'au début, etc.

Dans le Tableau suivant, les trois premières colonnes renferment : le numéro de l'expérience ; le temps (approximativement) qui s'est écoulé depuis l'instant où la communication avec l'extérieur a été supprimée jusqu'au moment où la pression n'a plus changé d'une manière sensible ; la grandeur de l'excès de pression produite dans l'appareil. — Le vase poreux était exposé à l'air libre dont la température était  $18^{\circ}$  et la tension de vapeur aqueuse  $13^{\text{mm}},4$ . Les

expériences 1, 3, 5, 7 et 9 sont celles où le vase poreux était seul ; les numéros 2, 4, 6, 8 sont celles où il communiquait avec le flacon F. Entre 5 et 6 a eu lieu une interruption d'environ une demi-heure.

On trouvera dans le même Tableau I, comme second exemple, une série semblable à la précédente mais où le flacon F était remplacé par un autre, F', environ quatre fois plus volumineux.

Dans les expériences 1, 3, 5, 7, 9 et 11 (colonne 4<sup>me</sup>) le vase poreux était seul ; dans les expériences 2, 4, 6, 8 et 10 il communiquait avec F'. Dans les expériences 1 à 5, le vase poreux était exposé à l'air libre dont la température était 19°,5 et la tension de vapeur 12<sup>mm</sup>,1. Dans les expériences 6 à 11, le vase poreux était immergé dans le cylindre sec.

**Tableau I.**

| N <sup>os</sup> | TEMPS                                      | PRESSI <sup>ON</sup> | N <sup>os</sup> | TEMPS                                      | PRESSI <sup>ON</sup> |
|-----------------|--------------------------------------------|----------------------|-----------------|--------------------------------------------|----------------------|
| 1               | <sup>m</sup> 1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> | + <sup>mm</sup> 3,9  | 1               | <sup>m</sup> 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | + <sup>mm</sup> 4,9  |
| 2               | 3                                          | 3,7                  | 2               | 9                                          | 4,7                  |
| 3               | 2                                          | 4,0                  | 3               | 2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>              | 5,0                  |
| 4               | 4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>              | 3,6                  | 4               | 10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>             | 4,6                  |
| 5               | 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>              | 3,9                  | 5               | 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>              | 4,8                  |
| 6               | 4                                          | 3,2                  | 6               | 6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>              | 13,2                 |
| 7               | 2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>              | 3,4                  | 7               | 2                                          | 13,7                 |
| 8               | 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>              | 3,3                  | 8               | 6                                          | 12,6                 |
| 9               | 2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>              | 3,5                  | 9               | 2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>              | 12,8                 |
|                 |                                            |                      | 10              | 6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>              | 11,1                 |
|                 |                                            |                      | 11              | 2                                          | 11,2                 |

J'ai exécuté plusieurs autres séries analogues à celles dont les résultats sont indiqués dans le Tableau I; il me paraît superflu de les rapporter en détail.

Le volume du vase poreux seul (après déduction de la partie entrante du bouchon et du godet renfermant l'eau) et des tubes aboutissant au manomètre était de 208 centimètres cubes. Le volume du vase F, augmenté du tube qui y aboutissait, était de 302<sup>cc</sup>; celui du vase F' et du tube était de 1130<sup>cc</sup>.

D'après ces chiffres donc, la même paroi diffusante fonctionnait pour des volumes de :

208<sup>cc</sup> dans les expériences 1, 3, 5, 7, 9 et 11 des deux séries ;

510<sup>cc</sup> dans les expériences 2, 4, 6 et 8 de la première série ;

1318<sup>cc</sup> dans les expériences 2, 4, 6, 8 et 10 de la seconde série ;

c'est-à-dire pour des volumes proportionnels à 1 : 2,5 et 6,4.

**8.** — Les renseignements numériques qui précèdent, rapprochés des chiffres du Tableau I, conduisent aux conclusions suivantes :

Lors de la diffusion hygrométrique à travers une cloison poreuse, le temps nécessaire pour que la différence de pression maximum soit atteinte dépend de la grandeur du volume fermé qui est partiellement limité par cette cloison. Ce temps est d'autant plus grand que le volume est plus considérable ; mais il n'y a pas proportionnalité. Rapporté à l'unité de volume, le temps nécessaire pour obtenir la pression maximum est d'autant plus petit que le vase est plus considérable.

La différence de pression que la diffusion est capable de produire de part et d'autre de la cloison poreuse est à peu près la même, malgré de grandes différences dans le volume du vase, pourvu que les conditions hygrométriques demeurent constantes. On remarque cependant, dans les expériences successives, de petites différences en faveur du volume le plus petit. Dans la deuxième série, à partir du n° 6, la pression atteinte allait graduellement en diminuant, sans doute parce que l'atmosphère du cylindre s'enrichissait petit à petit de vapeur d'eau à mesure que le vase poreux y demeurait plus longtemps. — La pression un peu moins forte qui se remarque quand le vase poreux était relié à F ou F' peut provenir de ce que, dans ce cas, le volume d'air extérieur qui devait entrer pour produire une différence de pression  $\Delta p$  était plus grand que quand le vase poreux était seul. Cet air étant moins chargé de vapeur d'eau devait contribuer à diminuer l'humidité de celui qui était à l'intérieur. Il en résulte que la diffusion se produisait entre des atmosphères moins différentes au point de vue hygrométrique; elle devait donc déterminer une différence de pression moins grande.

9. — D'après les résultats qui viennent d'être obtenus, on doit prévoir que si la paroi d'un vase est en grande partie imperméable; mais qu'une très petite portion soit poreuse et susceptible de fournir une diffusion, il pourra se produire, après un temps assez long, une différence de pression entre ce vase et l'extérieur si les conditions hygrométriques ne sont pas les mêmes au dedans et au dehors.

Pour vérifier cette conjecture, j'ai pris un flacon de verre



présentant un volume d'environ 37<sup>c</sup> cubes ayant le fond percé d'une ouverture d'environ 2<sup>mm</sup> de diamètre. Cette ouverture a été fermée à l'aide d'une lame de terre poreuse convenablement cimentée sur son bord. Le flacon a reçu, dans son intérieur, un chapelet d'éponges mouillées, puis il a été relié au manomètre et observé pendant une exposition à l'air libre ou pendant qu'il était plongé dans le cylindre sec. Les résultats ont été conformes aux prévisions. La pression augmentait très lentement toutes les fois que le robinet R excluait la communication avec l'air extérieur et cette pression atteignait un maximum dépendant de l'état de sécheresse de l'air ambiant. Mais le temps nécessaire pour atteindre ce maximum était considérable eu égard à la faible capacité du flacon. Voici quelques exemples :

Le flacon a été introduit dans le cylindre sec, et après 47 minutes la pression avait atteint + 13<sup>mm</sup>,5. Température : 18°. — Le flacon a été abandonné à l'air libre dont la température était de 20° et la tension de vapeur d'eau 12<sup>mm</sup>,1. La pression s'est lentement accrue et a atteint + 3<sup>mm</sup>,7 après 56 minutes. — Un autre jour, immersion dans le cylindre sec. La pression s'éleva jusqu'à + 8<sup>mm</sup>, 6 après 78 minutes. — Etc.

Il suit de là qu'un appareil fermé et qui renferme une atmosphère à un état hygrométrique autre que celui de l'air ambiant présentera de lentes variations de pression s'il y a quelque point, même très limité, de son enveloppe qui soit poreux et jouisse de propriétés diffusantes.

---

### Influence de l'épaisseur de la paroi poreuse sur l'activité de la diffusion hygrométrique.

**10.** — Afin de savoir quelle est l'influence de l'épaisseur de la paroi poreuse, au moins entre certaines limites, sur l'activité de la diffusion hygrométrique, j'ai fait fabriquer trois groupes de vases poreux d'épaisseurs inégales, mais formés d'une terre la même pour tous. Ces vases avaient la même capacité intérieure que celui qui est mentionné au § 7. Ils avaient été fabriqués avec soin ; pour un même vase, la paroi était très sensiblement partout de même épaisseur. Voici les épaisseurs :

|      |   |                    |   |                    |   |                    |
|------|---|--------------------|---|--------------------|---|--------------------|
| Vase | A | 3 <sup>mm</sup> ,3 | D | 5 <sup>mm</sup> ,1 | F | 9 <sup>mm</sup> ,1 |
| »    | B | 3 <sup>mm</sup> ,1 | E | 6 <sup>mm</sup> ,1 | G | 9 <sup>mm</sup> ,6 |
| »    | C | 3 <sup>mm</sup> ,1 |   |                    |   |                    |

**11.** — J'ai d'abord voulu voir s'il y avait, entre des vases de même épaisseur, une différence quant à la capacité diffusante, différence qui aurait pu provenir de ce que la terre n'aurait pas été absolument la même ou aurait subi inégalement l'influence de la cuisson. — Voici quelques essais.

Les vases A B C ont été pourvus d'un godet d'eau avec chapelet d'éponges mouillées, puis reliés au manomètre et exposés à l'air libre ou dans le cylindre sec. On a obtenu, comme pression maximum :

|             | Air libre.                   | Cylindre sec.      |
|-------------|------------------------------|--------------------|
| A . . . . . | 2 <sup>mm</sup> ,8 . . . . . | 8 <sup>mm</sup> ,3 |
| B . . . . . | 2 <sup>mm</sup> ,8 . . . . . | 8 <sup>mm</sup> ,4 |
| C . . . . . | 2 <sup>mm</sup> ,9 . . . . . | 8 <sup>mm</sup> ,4 |

Un autre jour, et dans des conditions hygrométriques un peu différentes de l'air ambiant :

|        |                         |                    |
|--------|-------------------------|--------------------|
| D..... | 1 <sup>mm</sup> ,6..... | 6 <sup>mm</sup> ,2 |
| E..... | 1 <sup>mm</sup> ,6..... | 6 <sup>mm</sup> ,1 |

On voit que les vases de même épaisseur donnent des résultats convenablement concordants.

On peut donc présumer que les différences qui se manifesteront avec des épaisseurs différentes dépendront bien de l'épaisseur et non de quelque inégalité dans la substance même<sup>2</sup> des vases.

**12.** — Dans une première série d'observations, on a cherché à déterminer quelle est, pour chaque épaisseur, la différence maximum de pression qui peut s'atteindre et se maintenir entre les deux faces de la paroi poreuse sous l'influence de la diffusion hygrométrique. — L'intérieur des vases était toujours pourvu d'un godet d'eau avec chapelet d'éponges. L'extérieur était exposé à l'air libre ou dans le cylindre sec, dans des circonstances de température et d'humidité aussi égales que possible pour les divers vases.

On trouvera, dans le Tableau II, les résultats obtenus.

- Les expériences nos 1, 2, 3, etc., ont été faites dans des jours différents. Les pressions de la colonne I ont été observées avec les vases B ou C ; celles de la colonne II, avec E ou D, et celles de la colonne III, avec F ou G. Les colonnes 5<sup>me</sup> et 6<sup>me</sup> renferment les rapports des pressions I à II ou I à III. — Comme les vases F et G diffèrent sensiblement dans leur épaisseur, j'ai distingué par un astérisque les résultats obtenus avec G.

Tableau II.

| N <sup>o</sup> | I   | II  | III               | I/II | I/II |                            |
|----------------|-----|-----|-------------------|------|------|----------------------------|
|                | mm  | mm  |                   |      |      |                            |
| 1              | 7,5 | 5,8 |                   | 1,29 |      | $t=19^0$ dans le cyl. sec. |
| 2              | 2,8 | 2,2 | 1,7 <sup>mm</sup> | 1,28 | 1,65 | $t=18^0$ à l'air libre.    |
| 3              | 2,2 | 1,8 | 1,4               | 1,22 | 1,57 | $t=18^0$ à l'air libre.    |
| 4              | 7,3 | 6,0 | 4,5               | 1,22 | 1,62 | $t=19^0$ dans le cyl. sec. |
| 5              | 2,2 | 1,7 | 1,4               | 1,30 | 1,57 | $t=17^0$ à l'air libre.    |
| 6              | 6,6 | 5,4 | 4,0               | 1,22 | 1,65 | $t=17^0$ dans le cyl. sec. |
| 7              | 3,4 | ..  | 2,1               | ..   | 1,62 | $t=20^0$ à l'air libre.    |
| 8              | 3,4 | ..  | 1,9*              | ..   | 1,78 | » » »                      |
| 9              | 8,5 | ..  | 5,3               | ..   | 1,60 | $t=21^0$ dans le cyl. sec. |
| 10             | 8,5 | ..  | 5,2*              | ..   | 1,63 | » » »                      |
| 11             | 2,8 | 2,1 | 1,6*              | 1,33 | 1,75 | $t=18^0$ à l'air libre.    |
| 12             | 8,1 | 6,1 | 4,8*              | 1,33 | 1,69 | $t=19^0$ dans le cyl. sec. |
| Moyennes       |     |     |                   | 1,27 | 1,61 |                            |
|                |     |     |                   |      | 1,71 |                            |

En jetant les yeux sur ce tableau, on voit immédiatement que la différence de pression qui peut se produire et se maintenir sous l'influence de la diffusion hygrométrique dépend de l'épaisseur de la paroi. Plus la paroi est épaisse et moins la différence de pression est considérable.

Les rapports moyens entre I et II; I et III sont inscrits au bas des colonnes 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup>; les deux moyennes 1,61 et 1,71 se rapportent, la première aux résultats fournis par F et la seconde à ceux de G.

Les pressions I, II et III ont été obtenues avec des parois poreuses dont les épaisseurs sont :

3<sup>mm</sup>,1; 5<sup>mm</sup>,1 puis 9<sup>mm</sup>,1 et 9<sup>mm</sup>,6

On voit immédiatement que le rapport des pressions est plus petit que le rapport inverse des épaisseurs. En revanche, si l'on compare les pressions avec les racines carrées des épaisseurs, on trouve qu'il y a peu près une proportionalité inverse. On a en effet :

$$\frac{\sqrt{5,1}}{\sqrt{3,1}} = 1,28; \frac{\sqrt{9,1}}{\sqrt{3,1}} = 1,71; \frac{\sqrt{9,6}}{\sqrt{3,1}} = 1,76.$$

Il est à remarquer qu'une relation simple et tout à fait rigoureuse entre les pressions et les épaisseurs ne pouvait guère s'espérer pour les deux motifs suivants :

1) l'épaisseur de chaque paroi n'était pas absolument la même dans toutes ses parties ;

2) dans les expériences faites, les conditions hygrométriques ne pouvaient pas être rigoureusement constantes pendant que l'on examinait successivement deux ou trois vases.

**13.** — L'orsqu'un vase poreux renfermant de l'air très humide est exposé à l'air libre ou dans le cylindre sec, puis que, à un moment donné, on exclut la communication avec l'extérieur tout en reliant l'appareil au manomètre, on voit ce dernier accuser immédiatement un accroissement de pression. Si l'on suit avec une lunette la colonne d'eau, on s'aperçoit, en moins d'une seconde, que l'équilibre des pressions n'existe plus. Mais la rapidité avec laquelle la pression varie dépend de l'épaisseur de la paroi. Si la paroi est mince, cette rapidité est plus grande, et ainsi se révèle, sous une autre forme, le fait que la différence des courants gazeux qui traversent la cloison

en sens inverse est d'autant plus grande que cette cloison est moins épaisse.

Pour savoir comment l'excès du courant dépend de l'épaisseur de la paroi, il semble assez naturel de relier le vase poreux avec un tube convenablement fin, calibré, pourvu d'un index liquide, puis de mesurer, par les déplacements de l'index, le volume de gaz qui a pénétré à travers la paroi pendant un temps déterminé <sup>(1)</sup>. Malheureusement, cette méthode m'a offert des difficultés insurmontables. Pour que l'index se déplace dans un tube, il faut une certaine pression, et cette pression est très difficilement constante parce que le frottement contre les parois du tube varie un peu d'un point à un autre. Il résulte de là que le déplacement d'un index ne peut avoir lieu que quand il s'est déjà produit une différence de pression entre l'intérieur du vase poreux et l'extérieur, et que ce déplacement s'accompagne de petites variations de la pression. Il n'y a donc pas, dans ce procédé, un moyen convenable pour connaître l'importance du courant gazeux lorsque la différence des pressions sur les deux faces de la cloison reste nulle ou très petite.

**14.**— J'ai tâché de résoudre cette question par une voie indirecte, en observant la *rapidité* avec laquelle la pression varie dans des vases d'épaisseurs inégales placés dans des conditions hygrométriques semblables.

<sup>(1)</sup> Cette méthode a été employée dans les premières expériences (*Recherches sur la diffusion*, etc. P. 26) et elle a fourni des résultats intéressants; mais je voulais alors seulement connaître le volume de gaz qui se transporte à travers la paroi poreuse, dans un temps donné, sans m'imposer la condition que les pressions demeurent égales et constantes des deux côtés de la cloison.

Un vase renfermant de l'air très humide était installé dans le cylindre sec. A un moment donné, par la manœuvre du robinet R, on supprimait la communication avec l'extérieur tout en l'établissant avec le manomètre dont on suivait la colonne avec la lunette. On notait les hauteurs de dix en dix secondes dans les premiers moments, alors que la variation était rapide, puis de trente en trente secondes plus tard. — Des observations pareilles étaient faites successivement avec les trois épaisseurs et dans des conditions autant que possible égales de température et de sécheresse de l'air extérieur; elles étaient répétées deux fois avec le même vase. Ces observations donnaient donc des excès de pression  $p$ ,  $p'$ ,  $p''$ ... après des temps  $t$ ,  $t'$ ,  $t''$ ...

Ces temps et ces pressions ont été portés sur deux axes rectangulaires. Les divers points qui représentaient les observations isolées dessinaient assez convenablement une courbe s'élevant rapidement d'abord au-dessus de l'axe des temps, vers lequel elle tournait sa concavité, puis devenant sensiblement parallèle à cet axe à partir du moment où la pression avait atteint son maximum et devenait à peu près constante. On pouvait, en traçant la courbe à vue, rectifier les irrégularités des observations individuelles, puis utiliser la courbe ainsi obtenue pour établir un tableau qui indique comment la pression varie avec le temps. On trouvera un tableau pareil ci-dessous (tabl. III). La première colonne renferme les temps; les trois autres renferment les accroissements de pression observés avec les vases C, E, F. Ces vases avaient été exposés dans le cylindre sec par une température d'environ  $18^{\circ}$ .

Tableau III.

| TEMPS                             | C                     | E                     | F                     |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <sup>m</sup><br>0—10 <sup>s</sup> | <sup>mm</sup><br>1,05 | <sup>mm</sup><br>0,80 | <sup>mm</sup><br>0,58 |
| 20                                | 2,00                  | 1,50                  | 1,00                  |
| 30                                | 2,80                  | 2,10                  | 1,40                  |
| 40                                | 3,40                  | 2,65                  | 1,78                  |
| <sup>m</sup><br>1—00              | 4,45                  | 3,40                  | 2,32                  |
| 1—30                              | 5,52                  | 4,20                  | 2,95                  |
| 2—00                              | 6,05                  | 4,80                  | 3,44                  |
| 2—30                              | 6,48                  | 5,20                  | 3,72                  |
| 3—00                              | 6,74                  | 5,55                  | 3,90                  |
| 3—30                              | 6,84                  | 5,72                  | 4,02                  |
| 4—00                              | 6,90                  | 5,82                  | 4,05                  |

Connaissant le volume de la cavité reliée au maromètre, cavité dans laquelle se produit la variation de pression, connaissant d'ailleurs la pression extérieure lors de l'expérience, il est facile de calculer le volume qui a dû entrer à travers la paroi poreuse pour produire les différences de pression indiquées dans ce tableau ci-dessus. — En évaluant le volume intérieur du vase poreux, du tube aboutissant au maromètre et du manomètre lui-même compté jusqu'à la surface du liquide, j'ai trouvé 220 centimètres cubes. Nommant  $p$  l'excès de pression à un moment donné et  $P$  la pression extérieure, on a évidemment :

$$v = \frac{222 p}{P}$$

en nommant  $V$  le volume qui a dû pénétrer de l'extérieur pour produire la variation  $p$ .



On trouvera comme exemple, dans le tableau suivant (tableau IV), les diverses valeurs de  $V$  pour les diverses valeurs de  $p$  (vase C) estimées de dix en dix secondes jusqu'à deux minutes. — La pression  $P$  était  $715^{\text{mm}}$  de mercure, soit  $9724^{\text{mm}}$  d'eau. La première colonne du tableau renferme les temps ; la seconde, les accroissements de pression ; la troisième, les valeurs correspondantes de  $V$  ; la quatrième, les différences  $\Delta V$  entre deux valeurs successives de  $V$ , c'est-à-dire le volume de gaz entré durant dix secondes ; la cinquième, la moyenne des pressions qui existaient dans l'appareil au début et à la fin de la période de dix secondes durant laquelle est entré le volume  $\Delta V$ .

(Voir Tableau IV, à la page suivante.)

On voit que les quantités  $\Delta V$  deviennent de plus en plus faibles à mesure que la différence entre la pression intérieure et la pression extérieure devient plus considérable ; —  $\Delta V$  est nul pour un certain excès de pression qui, dans le cas de l'expérience à laquelle se rapporte les tableaux précédents, est d'environ  $7^{\text{mm}}$  et a été atteint au bout de cinq minutes à peu près.

Les nombres des colonnes quatrième et cinquième, ont été portés sur deux axes : la pression moyenne sur l'axe des abscisses et les quantités  $\Delta V$  sur l'axe des ordonnées. On a obtenu ainsi une série de points dessinant nettement, malgré quelques irrégularités, une courbe qui, dans la plus grande partie de son étendue et surtout près de l'axe des  $\Delta V$ , différerait peu d'une ligne droite. La direction générale de cette courbe ayant été prolongée jusqu'à son intersection avec l'axe des ordonnées, on a eu l'ordonnée à l'origine, c'est-à-dire la quantité  $\Delta V$  corres-

Tableau IV.

| TEMPS | PRESSION | V     | $\Delta V$ | PRESSION<br>moyenne |
|-------|----------|-------|------------|---------------------|
| 0     | 0,00     | 0,000 |            |                     |
| 10    | 1,05     | 0,024 | 0,024      | 0,52                |
| 20    | 2,00     | 0,046 | 0,022      | 1,52                |
| 30    | 2,80     | 0,063 | 0,017      | 2,40                |
| 40    | 3,40     | 0,078 | 0,015      | 3,10                |
| 50    | 3,95     | 0,090 | 0,012      | 3,67                |
| 60    | 4,45     | 0,101 | 0,011      | 4,20                |
| 70    | 4,90     | 0,111 | 0,010      | 4,67                |
| 80    | 5,20     | 0,118 | 0,007      | 5,05                |
| 90    | 5,52     | 0,125 | 0,007      | 5,36                |
| 100   | 5,76     | 0,130 | 0,005      | 5,64                |
| 110   | 5,92     | 0,134 | 0,004      | 5,84                |
| 120   | 6,05     | 0,137 | 0,003      | 5,98                |

pendant au cas où il n'y a aucune différence de pression entre les deux faces de la paroi poreuse. Cette quantité était sensiblement 0<sup>cc</sup>,027. Je l'appellerai  $M_G$ .

Il importe de se souvenir que les volumes  $\Delta V$  ne sont que la différence entre les deux courants qui traversent, en sens opposé, la paroi poreuse. C'est l'excès du courant

allant de l'air sec vers l'air humide. Cet excès a sa plus grande valeur lorsque les pressions sont égales de part et d'autre de la cloison. A mesure que la pression intérieure augmente, le courant de sortie est accru et celui d'entrée est diminué; de là la diminution de la différence  $\Delta V$ . Pour un certain excès de pression intérieure, les deux courants sont égaux :  $\Delta V$  devient nul et la différence des pressions se maintient constante. Le volume 0<sup>cc</sup>,027 indiqué plus haut est donc, pour le vase C, l'excès du courant dirigé de l'air sec vers l'air humide durant dix secondes lorsque la même pression règne des deux côtés de la cloison poreuse.

La courbe qui a servi à obtenir  $M_C$  permet d'avoir la quantité  $\Delta V$  correspondant à un excès quelconque de pression du vase intérieur.

J'ai relevé ces valeurs  $\Delta V$  pour les pressions 0<sup>mm</sup>,5; 1<sup>mm</sup>,0; 1<sup>mm</sup>,5; etc. On les trouvera dans le tableau V seconde colonne.

Tableau V.

| PRESSION      | C             | E             | F             | $\frac{C}{E}$ | $\frac{C}{F}$ |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <sup>mm</sup> | <sup>cc</sup> | <sup>cc</sup> | <sup>cc</sup> |               |               |
| 0             | 0,0270        | 0,0194        | 0,0134        | 1,39          | 2,01          |
| 0,5           | 0,0248        | 179           | 117           | 1,38          | 2,12          |
| 1,0           | 230           | 163           | 095           | 1,41          | 2,42          |
| 1,5           | 211           | 147           | 081           | 1,44          | 2,60          |
| 2,0           | 192           | 131           | 067           | 1,46          | 2,87          |
| 2,5           | 172           | 112           | 050           | 1,53          | 3,44          |
| 3,0           | 151           | 090           | 036           | 1,67          | 4,20          |
| 3,5           | 133           | 067           | 020           | 2,00          | 6,65          |
| 4,0           | 114           | 040           | —             | 2,85          | —             |
| 4,5           | 095           | —             | —             | —             | —             |

**15.** — Les vases E et F ont été soumis aux mêmes épreuves que le vase C, dans des conditions aussi semblables que possible de température et d'état de sécheresse de l'air extérieur. On a observé, pour chacun d'eux, la vitesse d'accroissement de pression, puis les résultats ont été discutés exactement comme il vient d'être dit pour le vase C. On a obtenu des valeurs  $M_E$  et  $M_F$  exprimant l'excès du volume gazeux entrant de l'air sec à l'air humide, en dix secondes, sans différence de pression. On a également, à l'aide des courbes relatives à E et F, relevé les valeurs  $\Delta V$  correspondant à des pressions de 0<sup>mm</sup>,5; 1<sup>mm</sup>,0; 1<sup>mm</sup>,5; etc.

Le tableau V renferme, dans les colonnes deuxième, troisième et quatrième et sur une même ligne horizontale, les quantités  $\Delta V$  correspondant à une même différence de pression entre les deux faces de la cloison poreuse pour les trois épaisseurs C, E, F. — Les colonnes cinquième et sixième contiennent les *rapports* entre les nombres des colonnes C et E, C et F pour une même différence de pression. Ces rapports montrent comment les volumes de gaz qui passent par diffusion hygrométrique sont plus considérables à travers le vase mince C qu'à travers E et F.

D'autres séries comparatives, tout à fait semblables à celle qui vient d'être exposée, ont été faites entre les trois vases en question dans des conditions hygrométriques un peu différentes de celles qui existaient lors de la série précédente. Les expériences ont été discutées et calculées de la même manière. Je me bornerai à donner ici, dans le tableau VI, les résultats définitifs pour une seconde série. Dans ce tableau, les diverses colonnes ont la même

signification que dans les colonnes correspondantes du tableau V.

**Tableau VI.**

| PRESSION      | C             | E             | F             | $\frac{C}{E}$ | $\frac{C}{F}$ |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <sup>mm</sup> | <sup>cc</sup> | <sup>cc</sup> | <sup>cc</sup> |               |               |
| 0             | 0,0275        | 0,0206        | 0,0148        | 1,36          | 1,86          |
| 0,5           | 263           | 191           | 126           | 1,37          | 2,09          |
| 1,0           | 248           | 173           | 104           | 1,43          | 2,40          |
| 1,5           | 232           | 154           | 86            | 1,50          | 2,70          |
| 2,0           | 213           | 135           | 71            | 1,58          | 2,99          |
| 2,5           | 189           | 115           | 58            | 1,64          | 3,28          |
| 3,0           | 163           | 96            | 44            | 1,70          | 3,73          |
| 3,5           | 139           | 75            | 27            | 1,86          | 5,07          |
| 4,0           | 118           | 58            | —             | 2,04          | —             |
| 4,5           | 96            | 44            | —             | 2,18          | —             |
| 5,0           | 78            | 31            | —             | 2,51          | —             |
| 5,5           | 58            | —             | —             | —             | —             |

**16.** — Si l'on prend la moyenne entre les valeurs des colonnes  $\frac{C}{E}$  et  $\frac{C}{F}$ , dans les deux tableaux, on trouve que, la pression étant la même des deux côtés de la cloison, les rapports sont :

1,37 et 1,93

Les rapports inverses des épaisseurs seraient 1,65 et 2,94; les rapports inverses des racines carrées des épaisseurs : 1,28 et 1,71.

En comparant les rapports  $\frac{C}{E}$  et  $\frac{C}{F}$  pour diverses dif-

férences de pression entre les deux faces, on voit qu'ils deviennent plus grands à mesure que ces différences augmentent.

En d'autres termes, à mesure que la différence des pressions s'accroît par le fait même de la diffusion hygrométrique, la proportion de gaz qui passe à travers une paroi mince l'emporte de plus en plus sur celle qui traverse une paroi plus épaisse.

Il aurait été intéressant d'essayer des cylindres poreux plus minces encore que le vase C, afin de voir si la loi qui vient d'être reconnue se maintient pour de très faibles épaisseurs. Je n'ai pas réussi jusqu'ici à me procurer des vases à parois très minces. Mais il me semble que l'activité de la diffusion hygrométrique doit tendre vers un maximum correspondant à une certaine épaisseur, très faible probablement, de la cloison poreuse.

Je terminerai cette notice en rappelant la principale conclusion du premier mémoire sur la diffusion hygrométrique et en résumant les résultats obtenus dans les expériences qui viennent d'être rapportées.

1. Lorsqu'une paroi de terre poreuse (vase poreux des éléments de pile à deux liquides) sépare deux masses d'air à des états hygrométriques différents, il se produit, à travers la paroi, deux courants inverses et inégaux de diffusion. Le courant le plus abondant va de l'air plus sec vers l'air plus humide (*diffusion hygrométrique*). La différence des deux courants dépend principalement de la différence entre les *tensions* de la vapeur de part et d'autre de la cloison poreuse. La température n'agit pas ou n'agit que peu d'une manière directe.

2. La diffusion hygrométrique se produit aussi à travers des plaques de marbre (5<sup>mm</sup> d'épaisseur) compact et bien homogène, polies ou non polies ; mais elle est plus lente qu'à travers les lames de terre poreuse.

La diffusion hygrométrique s'observe également à travers des parois de gypse, d'albâtre, de charbon des cornues. — A cause de la grande porosité du gypse, la diffusion ne peut déterminer que de faibles différences de pression entre les deux faces d'une cloison de cette substance ; mais ces différences de pression s'atteignent très-rapidement. — L'albâtre fournit une diffusion beaucoup plus lente que le gypse et le marbre saccharoïde ; il est beaucoup moins perméable au gaz que ces deux derniers corps.

3. Lorsqu'un volume limité d'air est renfermé dans un vase dont une partie de la cloison est poreuse, il se produit et il se maintient, entre l'intérieur de ce vase et l'air ambiant, une différence de pression si les conditions hygrométriques sont différentes à l'intérieur et à l'extérieur. Cette différence de pression est à peu près indépendante de la grandeur de la portion poreuse de la paroi ; mais elle ne sera atteinte qu'après un temps d'autant plus long que la portion poreuse sera une fraction plus petite de la paroi totale du vase.

Une différence de pression se produira à la longue même s'il n'y a qu'un point très limité de l'enveloppe qui soit poreux et jouisse de propriétés diffusantes.

4. La différence de pression que la diffusion hygrométrique est capable de produire et de maintenir entre les deux faces de la cloison poreuse dépend, toutes choses d'ailleurs égales, de l'épaisseur de la cloison. Pour la terre poreuse, les différences de pression possibles sont à peu

près inversement proportionnelles aux racines carrées des épaisseurs (limites des observations : épaisseurs de 3 à 10<sup>mm</sup>).

5. C'est lorsque la pression demeure la même des deux côtés de la cloison poreuse que l'excès du courant de diffusion venant de l'air sec atteint sa plus grande valeur. Cet excès, variable avec la nature de la paroi poreuse et avec les conditions hygrométriques, dépend de l'épaisseur de la paroi qui diffuse. Toutes choses d'ailleurs égales, il est d'autant plus considérable que la paroi est moins épaisse. — Pour des parois dont les épaisseurs étaient 3<sup>mm</sup>,1 ; 5<sup>mm</sup>,1 ; et 9<sup>mm</sup>,1, cet excès a varié proportionnellement à 100 ; 72 et 51.

6. Lorsque la diffusion hygrométrique provoque une différence de pression entre les deux faces de la cloison poreuse, l'excès de volume du courant le plus abondant s'affaiblit à mesure que la différence des pressions augmente. Cet affaiblissement est d'autant plus rapide que la paroi est plus épaisse.





## DE L'ACTION DU BORAX dans la fermentation et la putréfaction.

Par

M. J.-B. SCHNETZLER, prof.

---

Dans la discussion scientifique qui eut lieu devant l'Académie des sciences de Paris entre MM. Pasteur et Fremy sur la théorie de la fermentation, M. Dumas intervint en établissant qu'il y a deux sortes de ferments; ceux dont le type est la levure de bière, qui vivent et se multiplient pendant la fermentation; ceux dont le type est la diastase, qui se détruisent au contraire pendant leur action. (*Revue des cours scientifiques* 1872). En réservant le nom de fermentation à l'action chimique produite par les ferments du premier type, M. Dumas arrive à la conclusion que la fermentation est un phénomène chimique s'accomplissant sous l'influence nécessaire de la vie de la levure.

Après avoir étudié l'action d'un grand nombre de substances sur la levure, le célèbre chimiste indique les propriétés du borax. Ce corps a la propriété de coaguler la levure, de dissoudre les membranes qui restent en suspension dans une dissolution non filtrée de blanc d'œuf, d'empêcher l'interversion du sucre par l'eau de levure, d'arrêter l'action de la diastase et de paralyser la synaptase. M. Dumas espère que l'étude du borax conduira à des conséquences de la plus haute importance.

Les observations et expériences suivantes ont eu comme point de départ cette communication de M. Dumas et je les présente ici comme une petite contribution à ces conséquences dont parle l'illustre secrétaire perpétuel.

### I. Action du borax sur le protoplasma.

1<sup>o</sup> Des feuilles d'*Elodea canadensis*, dans les cellules desquelles le protoplasma présente un mouvement de rotation facile à observer, furent plongées dans une solution concentrée de borax. Le mouvement continue pendant quelques minutes ; puis il se ralentit et s'arrête complètement. Le protoplasma se contracte, se retire de la paroi cellulaire et se condense en une ou deux masses arrondies renfermant des grains de chlorophylle. La matière vivante de la cellule a été tuée par le borax.

2<sup>o</sup> En observant la sortie des spores de *Vaucheria clavata*, j'ai pu constater dans la longue cellule tubuleuse de quelques individus qui n'avaient pas de spores, des mouvements de contraction du protoplasma qui se différenciait en boules vertes se mouvant dans différents sens dans l'intérieur de la cellule. Lorsque par une pression le protoplasma sort de la cellule, soit en boules vertes, soit en masses informes, on y aperçoit encore pendant quelques temps un vif mouvement moléculaire.

Lorsqu'on plonge les *Vaucheria* fraîches et intactes dans une solution concentrée de borax, le protoplasma se coagule et se retire de la paroi cellulaire qui devient parfaitement hyaline. L'action de ce sel produit sur les globules de chlorophylle un effet remarquable ; ceux-ci se contractent, se recourbent et présentent l'aspect de croissant.

Les spores de *Vaucheria* sorties de la cellule mère, exé-

cutent dans l'eau de rapides mouvements de translation, grâce à leurs petits cils vibratiles. Dans une solution de borax, ces mouvements s'arrêtent presque immédiatement et le protoplasma de la spore se contracte et se transforme en une masse finement granuleuse dans l'intérieur de la cellule.

3<sup>o</sup> J'ai examiné l'influence d'une solution de borax sur l'oidium *Tuckeri* qui avait envahi des raisins. Dans l'eau pure j'ai observé dans l'intérieur des hyphae et des spores un mouvement moléculaire indépendant des courants plasmatiques. La matière renfermée dans les cellules du champignon répandue dans l'eau présentait ce même mouvement. Sous l'influence de la solution de borax, les spores et les hyphae se contractent, ces derniers se tordent même; leur contenu se prend en une masse granuleuse et le champignon est tué. Le mouvement moléculaire de la matière sortie des cellules, continue dans la solution de borax.

C'est de la même manière que le borax tue le protoplasma des cellules de la levure (*Saccharomyces cerevisiae*) et empêche ainsi la fermentation.

Il serait intéressant d'essayer l'action d'une solution concentrée de borax sur certains champignons nuisibles, par exemple la *Merule larmoyante* qui produit de véritables ravages dans les planchers, les boiseries, etc.

4<sup>o</sup> Il m'a paru intéressant d'examiner l'action de ce même sel sur l'organisme animal :

Des Infusoires, des Rotifères, des Entomostracés placés dans la même goutte d'eau à laquelle on ajoute une solution de borax, arrêtent bientôt leurs mouvements et meurent. On aperçoit distinctement la contraction du sarcode des Infusoires.

Des larves de grenouilles, rendues transparentes par un séjour prolongé dans l'obscurité, placées, dans la solution de borax, présentent des contractions convulsives dans les fibres musculaires de la queue. La circulation du sang, si facile à observer chez ces animaux, se ralentit peu à peu ; le plasma du sang se coagule et en moins d'une heure, l'animal est mort.

Les observations précédentes nous démontrent que le borax fait cesser les propriétés par lesquelles se manifeste la vie du protoplasma végétal et animal. Si la fermentation est un phénomène chimique qui s'accomplit sous l'influence de la vie de la levure, le borax doit nécessairement agir contre la fermentation.

## II. Action du borax sur les matières fermentescibles.

1. Au mois d'octobre 1872, je plaçai dans une solution concentrée de borax des baies de raisin très mûres, de même qu'une grappe de raisin entière ; le tout fut placé dans un flacon bouché. Le liquide d'abord incolore a légèrement bruni ; mais soit les baies isolées, soit la grappe entière, présentent à peu près le même aspect qu'il y a plus de deux ans. Il n'y a pas eu trace de fermentation. Cependant si le raisin est fort bien conservé, il n'est pas mangeable. Il s'est présenté un phénomène de diffusion. Une grande partie du sucre a passé à travers l'enveloppe membraneuse de la baie, tandis que le borax a pénétré dans l'intérieur où il a coagulé les matières albumineuses des cellules. J'ai fait la même observation sur des groseilles. Lorsque les flacons sont bien bouchés, on n'aperçoit aucune trace de moisissure, mais lorsque l'air a libre accès ou même un accès limité, il se forme des moisissu-

res, mais point de fermentation accompagnée de dégagement de gaz. En plaçant des baies de raisins dans de l'eau pure dans un flacon bouché, il y a au bout de quelques jours fermentation avec dégagement d'acide carbonique.

2. 30 centimètres de lait furent placés dans une éprouvette, avec 1 gramme de borax. La crème formait une couche assez épaisse à la partie supérieure; malgré le bouchon qui fermait l'éprouvette, il se formait quelques moisissures sur la crème; mais le reste du liquide ne subissait aucune fermentation acide et gardait pendant quelques mois l'aspect d'un lait très clair. Plus tard, surtout sous l'influence de la chaleur de l'été, le liquide devint parfaitement limpide et au fond de l'éprouvette se déposait une matière blanche, molle, la caséine; mais ni le liquide, ni cette matière solide ne présentait de saveur acide; ils répandaient encore au bout de trois mois, l'odeur du lait frais.

Du lait, sans addition de borax mis dans une éprouvette qui fut bien bouchée, subit la fermentation acide au bout de deux à trois jours; il devient tout à fait épais par la coagulation de la caséine. -

3. Un fragment de cerveau de mouton fut saupoudré de borax en poudre. Huit jours après la substance dégagée une odeur spermatique; plus tard il se dégagée de l'hydrogène sulfuré; mais il n'y eut point de putréfaction proprement dite. La matière après avoir présenté pendant plusieurs mois une consistance molle, devint dure et presque cornée sans odeur désagréable.

4. Une livre de viande de bœuf fut placée dans une solution concentrée de borax, dans une boîte de fer blanc, sans fermeture hermétique. La matière colorante rouge

du sang diffuse dans le liquide ambiant, de même qu'une partie des matières azotées solubles de la viande. Le liquide prend au bout de quelques semaines une couleur brune et dégage une odeur assez désagréable, sans qu'il ait putréfaction dans la viande. Lorsqu'on enlève le liquide et qu'on lave la viande, celle-ci présente bien une certaine odeur *sui generis*, mais qui n'a pas le moindre rapport avec celle de la viande en putréfaction. Aujourd'hui, après plus d'une année, malgré les chaleurs des étés 1873 et 1874, cette viande dont le liquide ambiant a été trois fois renouvelé, ne présente pas la moindre odeur de putréfaction; sa couleur est jaunâtre; mais elle est molle et tendre comme de la viande fraîche. Sortie de la liqueur préservatrice, elle se maintient très bien à l'air.

5° De la viande de bœuf, de veau et des fragments de cervelles de mouton furent placés dans une solution de borax dans un bocal hermétiquement fermé. Le liquide se teignit bientôt en rouge clair et cette couleur se maintint pendant plusieurs mois sans altération, de même que la viande qui garda sa couleur et qui ne présentait pas la moindre odeur désagréable, aussi longtemps que l'accès de l'air fut empêché.

De la viande placée dans l'eau, dans un flacon hermétiquement bouché, pourrit en quelques jours.

L'odeur que présente au contact de l'air la viande conservée pendant quelque temps dans une solution de borax me semble provenir de la décomposition des matières qui résultent de la métamorphose des substances qui composent soit la fibre musculaire, soit le plasma intermusculaire.

Sans vouloir tirer de ce qui précède des applications à

la conservation des viandes, il en découle néanmoins une application réelle; celle de la conservation de fruits, préparations anatomiques végétales et animales dans des solutions concentrées de borax. Il en résulterait évidemment une grande économie sur l'usage de l'alcool employé en pareil cas.

Il serait également intéressant d'examiner l'action d'une solution concentrée de borax dans le traitement de certaines plaies.



## Quelques mots sur l'histoire naturelle du PHYLLOXERA VASTATRIX.

Par

M. J.-B. SCHNETZLER, prof.

---

Tous les observateurs sont d'accord qu'au printemps on trouve sur les racines et radicelles des vignes phylloxérées, un petit insecte de couleur jaunâtre de forme ovoïde et d'environ  $\frac{3}{4}$  de millimètre de longueur. Cet insecte est le *phylloxera vastatrix* Planch. Le genre *phylloxera* forme une transition entre les Aphidés et les Coccidés.

Les individus qu'on trouve au printemps sur les parties souterraines de la vigne sont tous aptères; ce sont exclusivement des femelles. Leurs tubes ovigères renferment de nombreux œufs qui parviennent rapidement à leur maturité; deux glandes sébifiques débouchent dans l'oviducte, de même que le canal d'une poche ou vésicule copulatrice qui pendant cette phase de l'insecte dont nous parlons ne renferme jamais des filaments spermatiques. Les œufs de ces femelles aptères, parvenus à maturité, sont pondus sans être fécondés, et de ces œufs on voit sortir bientôt une nouvelle génération de femelles aptères qui se reproduisent à leur tour sans fécondation, par véritable parthénogenèse. Ces générations parthénogénétiques se suivent pendant tout l'été au nombre de huit environ. A chaque ponte la femelle dépose sur les parties souterraines de la vigne environ 20 à 40 œufs.

De la mi-août à la mi-septembre une partie des insectes



aptères de la dernière génération se transforme en femelles ailées. Les individus aptères qui subissent cette transformation ont leurs œufs si peu développés qu'ils ne pourraient pas se reproduire à l'état aptère. Les insectes ailés après avoir séché leurs ailes, vont chercher un abri pour y déposer leurs œufs, par exemple sous l'écorce des souches. Sur les feuilles des vignes américaines, ils les mettent dans les galles qu'ils produisent à la face inférieure des feuilles.

M. Lichtenstein, de Montpellier, croit avoir vu les femelles ailées déposer sur les feuilles du chêne à Kermès (*Quercus coccifera*) non des œufs, mais des chrysalides, desquelles il a vu sortir des individus aptères sans rostre mais sexués. Il est possible que M. Lichtenstein ait confondu le *phylloxera quercus* avec le *phylloxera vastatrix*; mais cette confusion chez un entomologiste comme M. Lichtenstein prouverait une fois de plus la grande ressemblance qui existe entre ces deux espèces; ce qui permettrait de combler les lacunes de l'évolution du *phylloxera vastatrix* par les belles observations que M. Balbiani a faites sur l'espèce du chêne, si cet observateur si consciencieux n'avait pas comblé lui-même la plupart des lacunes dont nous venons de parler.

D'après M. Balbiani, les œufs pondus par les *phylloxera* ailés, sont de deux catégories; les uns petits d'environ 0<sup>mm</sup>,2, les autres plus grands de 0<sup>mm</sup>,3 environ. Les premiers de couleur plus foncée donnent naissance à des mâles; les seconds à des femelles. Ces individus sexués sont dépourvus de rostre, de canal digestif et de glandes salivaires, si fortement développés chez les femelles pondueuses aptères. En revanche, les femelles sans rostre ont un tube ovigère avec un seul œuf énorme qui remplit pres-

que tout l'abdomen, des glandes sébifiques et une poche copulatrice. Les mâles possèdent deux grosses capsules spermatiques, avec des spermatozoïdes qu'on observe du reste déjà dans l'embryon ; on trouve en outre chez le mâle des glandes accessoires, un canal éjaculateur et un petit mamelon conique garni de pointes chitineuses.

L'unique but de ces insectes dépourvus d'appareil de nutrition et ne vivant qu'au dépens de la matière vitelline qui se trouve encore dans leur abdomen, consiste dans la reproduction de l'espèce. Cet acte s'accomplit rapidement, en quelques minutes ; un seul mâle suffit pour plusieurs femelles. Celles-ci, dès qu'elles sont fécondées, pondent leur œuf en le cachant sous l'écorce des souches où il passe l'hiver pour donner au printemps suivant naissance à une femelle aptère qui forme le commencement d'une nouvelle série de générations parthénogénétiques.

Mais voici un autre fait récemment constaté par M. Balbiani, qui nous montre toutes les ressources dont dispose le terrible insecte dévastateur.

Aux mois d'août et de septembre, il reste un grand nombre de femelles pondeuses qui ne se transforment pas en insectes ailés. Elles émigrent le long des souches et même d'une souche à l'autre sur la terre. Ces femelles aptères non fécondées vont chercher une cachette sous l'écorce des ceps pour y pondre des œufs. Parmi ces œufs, comme pour ceux des insectes ailés, on distingue deux catégories ; des petits qui donnent naissance à des mâles et des grands qui produisent des femelles. Après la ponte, la mère se dessèche et meurt. Les jeunes mâles et femelles qui sortent de ces œufs sont organisés comme ceux provenant des œufs des femelles ailées et ils se reproduisent de la même manière.

---

## NOTE

sur un

## MANOMÈTRE AMPLIFICATEUR A DEUX LIQUIDES

par

W. GRENIER, ingénieur.

(Pl. XVI.)

Dans le numéro d'avril 1874 des « Archives des sciences physiques et naturelles », M. l'ingénieur A. Achard a présenté une courte étude des manomètres à deux liquides pour les faibles pressions gazeuses, mais il s'y est borné à l'examen d'un seul type de ce genre d'appareils. — Voici, en parallèle à ce travail de M. Achard, la théorie d'un second type de manomètre à deux liquides, susceptible de fournir, avec les mêmes éléments, une amplification un peu plus considérable.

L'appareil se compose de deux tubes verticaux de faible section, communiquant par le bas et terminés en haut par deux cylindres de diamètre sensiblement plus fort.

La partie inférieure des tubes est remplie d'un liquide coloré, d'une densité  $\delta$ ; la partie supérieure est occupée par un second liquide, incolore et d'une densité moindre,  $\delta'$ . — Quand les deux branches sont ouvertes à la pression atmosphérique, les liquides s'y trouvent au même niveau, mais si par contre une pression gazeuse supérieure à une atmosphère vient agir sur la branche de droite, le

liquide s'y abaissera, en montant de la même quantité dans la branche de gauche, jusqu'à ce que la colonne soulevée fasse équilibre à cette pression extérieure. Or il est clair que dans ce mouvement le chemin  $H$ , que parcourra la surface de séparation des deux liquides, sera à celui  $h$  de la surface du liquide incolore dans le rapport inverse des sections des deux tubes.

On aura donc la relation

$$h = \frac{d^2}{D^2} H \quad (1)$$

De plus, l'équation de ce nouvel équilibre sera, en exprimant toutes les pressions en *hauteurs d'eau*,

$$f. \delta' + g. \delta = p + l. \delta' \quad (2)$$

Or  $f = 2h + e$ ,  $g = 2H$  et  $l = 2H + e$ ,  
donc  $2h. \delta' + e. \delta' + 2H \delta = p + 2H \delta' + e. \delta'$  (3)  
équation qui, réductions faites, peut prendre la forme

$$2H = \frac{p}{\frac{d^2}{D^2} \delta' + (\delta - \delta')}$$

ou celle-ci

$$\frac{2H}{p} = \frac{1}{\frac{d^2}{D^2} \delta' + (\delta - \delta')} \quad (4)$$

Remarquons maintenant que, le terme  $p$  représentant comme  $2H$  une *hauteur d'eau*, le rapport  $\frac{2H}{p}$  exprimera l'*amplification* du manomètre, c'est-à-dire le nombre de millimètres dont se dénivellera le liquide coloré sous l'effet d'une pression gazeuse équivalente à celle de 1<sup>mm</sup> d'eau.

La formule (4) indique clairement de quelle façon les divers éléments  $\delta$ ,  $\delta'$ ,  $d$  et  $D$  influent sur la valeur de cette amplification; elle conduit aux conclusions suivantes :

1°. Il y a tout avantage à choisir deux sections de tubes dont le rapport soit aussi éloigné que possible de l'unité.

2°. Le manomètre sera d'autant plus sensible que la densité  $\delta'$  sera plus faible.

3°. Cette sensibilité sera également d'autant plus prononcée que la différence des densités sera plus petite.

Observons en outre que si le rapport  $\frac{d^2}{D^2}$  devient très faible, le premier terme du dénominateur s'efface presque entièrement pour ne laisser d'importance qu'au second, c'est-à-dire à la différence des densités, différence qui pratiquement ne peut jamais devenir infiniment petite parce qu'il en résulterait inévitablement le mélange des deux liquides.

Si maintenant l'on compare l'équation de ce manomètre-ci avec celle de l'appareil étudié par M. Achard, laquelle peut se mettre sous la forme toute semblable :

$$\frac{H'}{p} = \frac{1}{\frac{d^2}{D^2}(\delta + \delta') + (\delta - \delta')} \quad (4b)$$

On voit que, toutes choses égales d'ailleurs, l'amplification fournie par le premier est supérieure à celle du second, puisque le premier terme du dénominateur de la formule (4) ne contient que de l'une des densités  $\delta'$  et non pas, comme dans la formule (4b) la somme des deux densités.

Il est cependant à remarquer que dans le premier appareil la dénivellation se produit *dans deux sens*, tandis que dans le second elle a lieu toute entière *dans une seule-direction*. Au point de vue pratique, l'avantage pourrait donc, de ce côté-là, rester au manomètre décrit par M. Achard.

Voici du reste, pour terminer, les résultats que fournissent les formules (4) et (4b) pour différentes valeurs de  $\frac{d^2}{D^2}$ , de  $\delta$  et de  $\delta'$  :

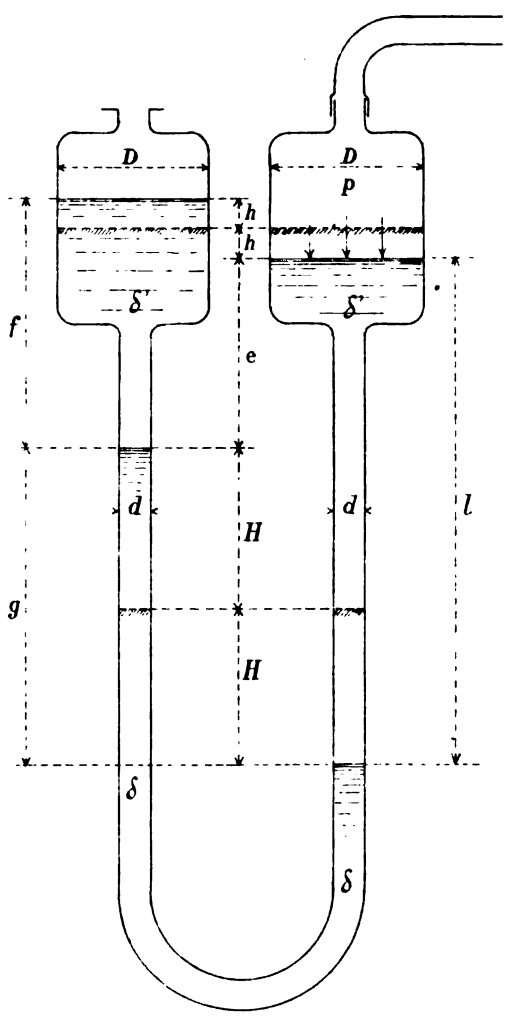
| Dia-<br>mètre<br>$d$ | Dia-<br>mètre<br>$D$ | Rapport des<br>sections<br>$\frac{d^2}{D^2}$ | Densité<br>$\delta$ | Densité<br>$\delta'$ | Diffé-<br>rence<br>$\delta - \delta'$ | AMPLIFICATION                              |                                           |
|----------------------|----------------------|----------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                      |                      |                                              |                     |                      |                                       | 1 <sup>er</sup> appareil<br>$\frac{2H}{p}$ | 2 <sup>e</sup> appareil<br>$\frac{H'}{p}$ |
| 5                    | 31,6                 | $\frac{1}{40}$                               | 1.00                | 0.80                 | 0.20                                  | 4.54                                       | 4.09                                      |
|                      |                      |                                              | 0.90                | 0.85                 | 0.05                                  | 14.10                                      | 10.60                                     |
|                      |                      |                                              | 1.00                | 0.80                 | 0.20                                  | 4.81                                       | 4.58                                      |
| 5                    | 50                   | $\frac{1}{100}$                              | 1.00                | 0.95                 | 0.05                                  | 16.80                                      | 14.40                                     |
|                      |                      |                                              | 0.90                | 0.85                 | 0.05                                  | 17.10                                      | 14.81                                     |
|                      |                      |                                              | 0.80                | 0.75                 | 0.05                                  | 17.40                                      | 15.26                                     |
| 5                    | 100                  | $\frac{1}{400}$                              | 1.00                | 0.90                 | 0.10                                  | 9.78                                       | 9.54                                      |
|                      |                      |                                              | 0.90                | 0.85                 | 0.05                                  | 19.18                                      | 18.39                                     |

Pour lire l'instrument, on emploiera une échelle mobile placée entre les deux tubes, et dont on amènera le zéro au niveau inférieur du liquide coloré.

L'unité principale de la graduation aura pour valeur  $\frac{2H}{p}$  et on la subdivisera en 10 ou 20 parties égales, qui indiqueront les dixièmes ou les vingtièmes de millimètre de pression.

Il va sans dire que le manomètre que nous venons de décrire peut servir aussi bien à la mesure du vide qu'à celle des pressions supérieures à l'atmosphère; les dénivellations se produisent simplement en sens inverse.









SUR UNE  
NOUVELLE ESPÈCE DE CRUSTACÉ DÉCAPODE MACROURE  
(GEBIA CONTROVERSA)

des terrains valangien et urgonien de Sainte-Croix,

par

**Maurice de Tribolet.**

(Planche XV.)

---

Je dois à l'obligeance de M. le professeur Renevier la communication des crustacés des terrains crétacés inférieurs de Sainte-Croix. Pictet ne s'en étant pas occupé dans sa gigantesque monographie paléontologique de cette localité, j'ai décrit les espèces néocomiennes il y a quelques temps dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 3<sup>e</sup> série, t. II, p. 350. Parmi les nombreux spécimens valangiens et urgoniens qui les accompagnaient et se distinguaient tant par la netteté que par l'élégance de leurs formes, se trouvaient de nombreuses pattes que je n'ai pas hésité à rapprocher au premier abord du genre *Gebia*.

La question de la présence de ce genre à l'état fossile a été longtemps et est encore généralement controversée. H. de Meyer fut le premier à lui attribuer une espèce (*G. obscura*) provenant des terrains triasiques inférieurs (grès bigarré) de Soultz-les-Bains <sup>(1)</sup>, Robineau rangea en-

<sup>(1)</sup> *Neue Gattungen foss. Krebse, Stuttgart 1840; Museum Senckenberg. 1833.*

Valangien (marnes à Bryozoaires) de Sainte-Croix. —  
Musée de Lausanne (collection Campiche).

Urgonien inférieur de Morteau (Doubs), de Sainte-Croix  
et du Mormont près La Sarraz. — Musée de Lausanne et  
de Genève ; collections Chavannes et Jaccard.

---

**Explication de la planche :**

1. Face supérieure ou externe de la pince.
2. Face inférieure ou interne.
3. Côté externe de la pince.
4. Côté interne de la pince.
5. Pince dépourvue de son pouce (face interne).



*Gebia controversa* Trib.

Imp. Becquet, Paris.



# LE PHYLLOXERA VASTATRIX

## DANS LA SUISSE OCCIDENTALE

*jusqu'au 31 Décembre 1874*

par le

**D<sup>r</sup> F.-A. FOREL,**

Professeur à l'Académie de Lausanne.



Dans l'étude de toute maladie, et surtout dans l'étude d'une maladie nouvelle, qui apparaît tout-à-coup sans qu'on l'ait reconnue auparavant ou qui sévit dans une contrée où elle était autrefois inconnue, il est un chapitre, et des plus importants, consacré à la statistique et à l'histoire de l'épidémie. La maladie parasitaire de la vigne causée par le *Phylloxera vastatrix* est encore peu connue, et nous devons nous considérer comme n'étant pas encore, à son égard, sortis de la période de l'étude. Par conséquent, l'histoire de son extension présentera encore longtemps un intérêt incontestable et évident.

Avant donc que les faits s'éloignent trop de nous, et pendant que nous pouvons encore les collecter avec sûreté, je crois prudent de résumer en quelques pages les points les plus intéressants de l'invasion du *Phylloxera* dans la Suisse occidentale. Je limiterai ce rapport aux faits antérieurs au 1<sup>er</sup> janvier 1875.

## I.

**Mesures de précaution administratives et législatives.**

Enumérons d'abord rapidement les mesures législatives et administratives prises dans notre pays en prévision de l'envahissement possible du fléau.

Le 3 mai 1871, la question fut posée pour la première fois devant le Grand Conseil du canton de Vaud, et des mesures législatives furent demandées qui armassent suffisamment l'Etat, et lui donnassent la possibilité de lutter avec énergie dans le cas où la maladie ferait invasion dans nos vignobles. En même temps le public fut averti par des articles publiés soit dans les journaux soit en brochure<sup>(1)</sup>.

Le 5 juin 1871, le décret suivant était rendu :

*Le Grand Conseil du canton de Vaud.*

Considérant qu'une maladie encore inconnue dans notre pays sévit dans une partie du vignoble français, considérant que cette maladie, qui paraît être occasionnée par un insecte désigné sous le nom de *Phylloxera vastatrix*, est redoutable par la rapidité de sa propagation et les ravages considérables qu'elle exerce dans les vignes qui en sont atteintes ; considérant qu'il est du devoir des représentants de la nation d'aviser aux moyens de préserver si possible les vignobles de notre canton de l'envahissement de cette maladie ;

(1) *Gazette de Lausanne*, 17 mai 1871, sq.

F.-A. Forel. Notice sur les ravages causés dans les vignobles du midi de la France par le *Phylloxera vastatrix*. Lausanne 1871.

## DÉCRÊTE :

Article premier. Des pouvoirs sont accordés au Conseil d'Etat pour prendre par voie d'arrêté, les mesures propres à prévenir et à combattre l'introduction dans le canton de la maladie nouvelle qui règne sur une partie du vignoble français.

Art. 2. Le Conseil d'Etat est notamment autorisé à ordonner après due constatation, en présence des intéressés, ou ceux-ci duement appelés, l'arrachage et la destruction, moyennant indemnité, des ceps de vigne reconnus atteints par la maladie dont il s'agit, ainsi qu'à faire pratiquer cette opération aux frais des propriétaires en cas de refus de leur part d'y consentir; etc., etc.

A la fin de la même année, M. Henri de Saussure attirait l'attention des viticulteurs genevois sur cette maladie dans un rapport présenté le 2 décembre 1871 à la classe d'agriculture de la Société des Arts de Genève<sup>(1)</sup>.

Mis en éveil par ce rapport et par les demandes du gouvernement vaudois, le Conseil fédéral suisse chargea au commencement de janvier 1872, MM. Kopp et Kræmer, professeurs à l'école polytechnique fédérale de lui faire un rapport et des propositions au sujet de cette maladie de la vigne. Le rapport de ces naturalistes<sup>(2)</sup> en date du 27 janvier 1872, concluait, comme du reste les rapports de MM. de Saussure et Forel, à la nécessité d'une surveillance atten-

(1) *H. de Saussure*. Rapport sur la maladie de la vigne occasionnée par le *Phylloxera vastatrix*. Genève 1871.

(2) *Kopp et Kræmer*. Rapport à M. le président du conseil de l'école Polytechnique fédérale à Zurich, sur le *Phylloxera vastatrix*. *Feuille fédérale suisse*. 1872, p. 435.



tive dans les vignobles suisses pour surprendre, si possible, cas échéant, la première invasion du *Phylloxera*, et traiter alors la maladie avec toute l'énergie désirable, par une destruction immédiate et complète des vignes contaminées. Il concluait aussi à l'interdiction absolue de l'importation en Suisse de toute espèce de racines et bois de la vigne provenant de France ou d'Italie.

Le Conseil fédéral adopta cette dernière conclusion et dans sa circulaire du 9 février 1872<sup>(1)</sup> il recommanda vivement aux Etats confédérés les propositions générales du rapport.

Le 24 février 1872, le Grand Conseil du canton de Genève décréta au sujet du *Phylloxera* une loi conçue dans le même sens que le décret vaudois du 5 mai 1871.

Au mois de mars 1872, le Département de l'agriculture du canton de Vaud chargea un naturaliste d'examiner à nouveau la maladie de la vigne et son extension dans le midi de la France. Il lui fut fait rapport en date du 19 avril<sup>(2)</sup>.

Pendant cette première période, le *Phylloxera* restait cantonné encore fort loin de la Suisse; il avait très lentement remonté la vallée du Rhône depuis Roquemaure, où la maladie fut signalée pour la première fois en 1865, jusqu'à Valence où il était arrivé en 1872: jamais il n'avait fait, dans sa redoutable extension, de bonds ou sauts considérables, dans notre direction du moins.

Tout-à-coup, au commencement de l'été 1874, on

<sup>(1)</sup> *Feuille fédérale suisse*, 1872, p. 262.

<sup>(2)</sup> *F.-A. Forel*. Rapport au Conseil d'Etat du canton de Vaud sur la maladie de la vigne causée par le *Phylloxera vastatrix*. Lausanne 1872.

constata sa présence dans le Beaujolais, au nord de Lyon. La découverte du Phylloxera dans une localité<sup>(1)</sup> distante de 160 kilomètres des frontières les plus rapprochées de la grande tache phylloxérique de la vallée du Rhône inférieur, cette découverte répandit dans tous les pays de vignobles une terreur bien compréhensible. Si le Phylloxera a, d'un bond, franchi la distance qui sépare Valence du Beaujolais pourquoi ne franchirait-il pas les 170 kilomètres de Valence à Genève, ou les 110 kilomètres de Lyon à Genève. L'opinion publique émue demanda au Conseil fédéral des mesures nouvelles.

A la suite d'une conférence qui eut lieu à Berne au mois d'août 1874, le Conseil fédéral chargea de l'étude de la question, de la surveillance générale de la maladie et de la direction des mesures à prendre une commission composée de MM. J.-B. Schnetzler, professeur à Lausanne, F. Demole, agronome à Genève et L.-Ph. de Pierre, agronome à Neuchâtel.

En même temps une commission d'experts composée de MM. Schnetzler, Demole et Jaques Bonjour, propriétaire à Hauteville, sur Vevey, recevait pour mission d'aller étudier en Beaujolais les vignes récemment attaquées par le Phylloxera. Cette commission fit rapport sur son expertise et en publia un extrait, avec des avis et conseils aux vigneronns sur les mesures à prendre en cas d'apparition du Phylloxera, dans une brochure rédigée par M. Schnetzler<sup>(2)</sup>.

(1) Depuis lors on a reconnu que le Phylloxera a été introduit dans ces vignobles par une importation de vignes américaines dans une pépinière.

(2) La maladie de la vigne attribuée au Phylloxera. Extrait d'un rapport sur la tournée faite en Beaujolais les 13, 14 et 15 août 1874, par une commission d'experts. Lausanne 1874.

Peu de temps après, le *Phylloxera* fut découvert en Suisse dans les vignes de Pregny, comme nous allons le raconter.

Du 26 au 31 octobre 1874, eut lieu à Montpellier un grand congrès international viticole où la question du *Phylloxera* devait être traitée et étudiée à fond. Le Conseil fédéral et les gouvernements cantonaux déléguèrent plusieurs naturalistes à ce congrès, et nous en avons les travaux résumés dans trois rapports publiés par MM. Demole et Schnetzler<sup>(1)</sup>, délégués par le Conseil fédéral, M. C. Vogt<sup>(2)</sup>, délégué par le gouvernement de Genève, et M. G.-H. Borgeaud<sup>(3)</sup>, délégué par le gouvernement du canton de Vaud.

Enfin le public a été tenu au courant des faits observés dans l'invasion du *Phylloxera* en Suisse, par des rapports, soit bulletins de la marche du *Phylloxera*, publiés dans les journaux politiques par M. Schnetzler, président de la commission fédérale. Deux de ces bulletins ont parus jusqu'au 31 décembre 1874.

## II.

### L'attaque Phylloxérique de Pregny.

A la suite d'une conférence donnée dans le courant de septembre 1874, à la Halle aux grains de Genève, par

<sup>(1)</sup> *F. Demole et Schnetzler*. Rapport de la délégation suisse au congrès viticole de Montpellier. Du 10 novembre 1874. *Feuille fédérale suisse*.

<sup>(2)</sup> *C. Vogt*. Rapport sur le congrès viticole de Montpellier, Octobre 1874, adressé à M. le conseiller d'Etat chargé du Département de l'intérieur du canton de Genève. Genève 1874.

<sup>(3)</sup> *G.-H. Borgeaud*. Rapport au Conseil d'Etat du canton de Vaud sur la maladie de la vigne caractérisée par le *Phylloxera* et sur le congrès international viticole de Montpellier. Lausanne 1874.

M. F. Demole, à son retour de l'inspection dans le Beaujolais, M. Panissod, maire de la commune de Pregny (canton de Genève), fit visiter dans ses vignes une place souffrante qui l'inquiétait depuis quelques années. M. le Dr Gerlier, de Fernex, y constata le Phylloxera dans les derniers jours du mois de septembre. Quelques jours après, vers le 9 octobre, une étude complète des vignes de la localité fit découvrir de nouvelles taches phylloxériques dans deux vignes appartenant à MM. Golay-Leresche et Côte, toutes deux dans le territoire de la commune de Pregny. Enfin, le 23 novembre, l'on reconnaissait l'existence du Phylloxera sur les ceps des serres à raisins de M. A. de Rothschild, situées aussi dans cette même commune.

Décrivons rapidement ces divers points d'attaque en les énumérant d'après l'époque de la découverte du Phylloxera.

Le village de Pregny est situé sur un plateau à l'altitude moyenne de 450 mètres, soit 75 mètres au-dessus du lac Léman. Ce plateau est limité à l'est par un talus très incliné qui s'étend depuis les limites de la villa Rothschild jusqu'au lac. Sur ce talus est planté le beau vignoble de Pregny. (Plan f.) Les vignes malades sont toutes situées autour du village, sur le plateau lui-même, et n'ont rien à faire avec le vignoble proprement dit.

Je décrirai les taches phylloxériques suivantes :

*Vigne de M. Panissod, maire de Pregny. (Plan a.)*

Cette vigne, plantée en fendant vaudois, en gros rouge et en Salvagnin, occupe une superficie de 307 ares sur le versant nord du plateau de Pregny; elle est isolée de toute autre vigne.

Les points d'attaque sont au nombre de 2 ou 3 disposés

en série suivant la ligne de plus grande pente de la vigne. En octobre 1874, on pouvait y reconnaître deux taches.

Tache *A*, de forme ovalaire irrégulière, compte environ 500 souches malades. <sup>(1)</sup>

Tache *B*, à quelques 40 pas au sud-ouest de la première, petite tache d'une centaine de souches malades.

M. Panissod avait reconnu l'état maladif de sa vigne dans la tache *A* en 1873 déjà, époque à laquelle une centaine de souches paraissaient souffrantes. Le début probable de la maladie doit être rapporté à l'année 1872.

Pour la petite tache *B*, elle n'a été reconnue qu'à la fin de 1874 et son attaque date probablement de 1873.

*Vigne de M. Golay-Leresche*, fabricant d'horlogerie à Genève.

Cette vigne (Pl. *b*) plantée en fendant blanc et en plant de Bordeaux, est située au sud du village de Pregny et orientée du nord-ouest au sud-est. Elle a une superficie de 32 ares et est parfaitement isolée de toute autre vigne.

Elle présente deux points d'attaque différents :

Tache *C*. Environ 500 souches malades au nord de la vigne. Au centre de la tache, quelques souches sèches.

Tache *D*. A l'angle sud de la vigne, mêmes dimensions que la tache *C*.

Les premiers symptômes du mal ont été aperçus en 1872, au centre de chacune des deux taches, où une cinquantaine de souches commencèrent à souffrir ; la maladie s'est étendue en rayonnant autour de ces centres jusqu'en

<sup>(1)</sup> J'appelle *malades* les souches attaquées par le *Phylloxera* qui trahissent au dehors leur état de souffrance par la faiblesse de leur végétation ; en particulier celles qui sans être encore sèches et mortes, n'ont pas nourri de raisins pendant l'année, quel que soit du reste le degré de leur épuisement.

1874. Des recherches faites dernièrement dans diverses parties de la vigne ont montré que le Phylloxera l'avait envahie à peu près dans sa totalité.

Quant à l'époque probable du début, elle doit être rapportée à l'année 1871 (et peut-être même à 1870).

*Vigne de M. Côte, maréchal à Pregny. (Pl. c.)*

Au centre du village de Pregny, 5 ares environ de plants rouge et blanc du pays.

Tache *E*. Environ 50 souches malades. Début probable en 1873.

En résumé, nous pouvons établir comme suit les époques probables de l'infection du Phylloxera :

1870 ou 1871, taches *C* et *D*. Vigne Golay-Leresche.

1872 tache *A*. Vigne Panissod.

1873 tache *B*. » »

» tache *E*. Vigne Côte.

Un point très intéressant pour l'histoire de l'extension du Phylloxera dans notre pays, dans notre sol et dans notre climat, a été étudié avec soin à Pregny ; c'est la marche souterraine du puceron.

L'on sait que le Phylloxera s'étend en rayonnant autour de la tache primitive et attaque les racines des plantes saines ; l'on sait que cette extension souterraine n'a lieu que pendant la saison d'été ; l'on sait encore que les souches attaquées par le puceron n'en végètent pas moins encore pendant quelques mois, et qu'en général l'état maladif des raisins ne se trahit pendant la première année par aucun symptôme extérieur. Les ceps attaqués par le Phylloxera dans le courant de l'année donnent aussi bien leur récolte de raisins que les souches saines, et ce ne sera qu'au printemps suivant que la maladie se manifeste.

tera au dehors. Il y a donc à la fin de l'automne, autour de chaque tache phylloxérique, une bordure de plantes d'apparence saine mais cependant déjà infectées par le puceron. Cette bande ou bordure représente la surface gagnée par la maladie pendant le courant de l'année et l'on peut l'appeler *aire d'extension annuelle de la tache phylloxérique*.

Or, l'on comprend l'intérêt qui s'attache à la largeur plus ou moins grande de cette aire. Elle est très large partout où le Phylloxera chemine vite et facilement dans un sol qui lui est propice et dans des conditions de culture et de climat et qui lui sont favorables; dans ce cas, la maladie a une extension très rapide. L'aire d'extension est étroite au contraire là où la propagation de la maladie est ralentie par une circonstance quelconque.

Une étude très attentive de cette question délicate a été faite à la fin d'octobre autour de la tache A de la vigne Panissod, par MM. Thury, professeur à l'Université de Genève, L. Archinard, agronome, et D. Monnier, préparateur; les recherches de ces naturalistes ont montré que la largeur de l'aire d'extension était cette année de 5 à 10 mètres suivant les places, correspondant à 6 à 12 rangées de souches.

D'après ces chiffres qui correspondent assez bien avec les faits généraux observés à Pregny, nous décrirons comme suit la marche probable du Phylloxera dans ce centre d'attaque, le premier que l'on ait étudié en Europe aussi au nord <sup>(1)</sup> et à une altitude aussi considérable.

<sup>10</sup> Dans la première année, l'attaque se porte sur 50 à

<sup>(1)</sup> Klosterneubourg, près de Vienne, est cependant plus au nord que Pregny; mais il est dans de toutes autres conditions de sol et de climat.

100 souches qui sont envahies par le Phylloxera sans que la maladie se traduise au dehors par aucun symptôme.

2<sup>o</sup> L'aire d'extension annuelle est de 6 à 12 rangées de souches, envahies chaque année par le puceron.

3<sup>o</sup> Les souches atteintes portent encore du fruit la première année; elles cessent d'en porter dès la seconde année; elles périssent au bout de quelques années.

### III.

#### Le Phylloxera dans les serres à raisins de M. de Rothschild.

Qu'elle est l'origine du Phylloxera de Pregny? Telle est la question qui s'est, dès le premier jour, imposée à chacun. Le puceron est-il arrivé en Suisse en s'avancant souterrainement d'une vigne à l'autre depuis les vignobles infectés de la vallée du Rhône? A cette supposition répond le fait que l'on ne connaît pas de stations intermédiaires du Phylloxera entre Valence, le Beaujolais et Genève. A-t-il pénétré sous sa forme ailée emporté par un vent d'orage? La distance de 110 kilomètres qu'il aurait dû franchir est bien grande pour un insecte si faible et si délicat.

Y a-t-il eu peut-être infection directe? La réponse a enfin été donnée par la découverte du Phylloxera dans les serres à raisins de M. A. de Rothschild. Vu l'intérêt scientifique de la constatation du mode d'infection, je crois devoir publier ici dans ses détails le rapport que j'ai adressé le jour même de la découverte à M. Schnetzler, président de la commission fédérale.

Quelques notes me permettront d'apporter les faits nouveaux constatés depuis.



Morges, le 23 novembre 1874.

Monsieur et cher collègue,

L'importance capitale qu'aura pour la lutte contre l'extension du Phylloxera en Suisse la détermination exacte de son mode d'introduction m'engage à vous adresser dans ses détails l'étude que je viens de faire et qui me permet d'indiquer d'une manière très précise l'époque et le procédé de l'infection des vignes de Pregny par le redoutable puceron.

Frappé par un passage d'un rapport de M. Isaac Demole, sur les cépages des vignes malades de Pregny et des vignes avoisinantes, qui signalait l'existence de serres à raisins dans le domaine de M. le baron de Rothschild, et sachant l'existence reconnue depuis 1863 du Phylloxera dans les *graperies* (serres à raisins) d'Angleterre, j'examinai avec soin ces serres dans une inspection des vignes de Pregny que je fis le 27 octobre dernier avec les délégués du Conseil d'Etat de Berne. N'obtenant que des réponses insuffisantes des jardiniers manœuvres, et ne parvenant pas à joindre le jardinier en chef, j'écrivis directement à ce dernier, M. Jansen, en date du 13 novembre et la réponse que je reçus le 21 de ce mois m'engagea à aller faire une nouvelle inspection locale. A côté d'autres détails donnés en réponse à mes questions, détails qui reviendront plus bas dans ce rapport, il me parlait d'une plantation de vignes venant d'Angleterre en 1869. Cette date correspondait trop bien avec l'époque présumée de l'attaque du Phylloxera à Pregny pour ne pas mériter un examen très attentif.

L'importance de la question excita l'intérêt de M. Max Cornu, délégué de l'Académie des sciences de Paris, en-

voyé en mission à Cully, et j'eus la bonne fortune de pouvoir faire avec lui, aujourd'hui 23 novembre, l'enquête dans les serres de Pregny dont je vais vous communiquer les résultats. L'autorité dont jouit ce naturaliste dans l'étude du Phylloxera ajoutera une valeur précieuse aux faits que nous avons constatés ensemble <sup>(1)</sup>.

La grande serre à raisins de M. de Rothschild est située au milieu du village de Pregny, entre les trois vignes où l'on a constaté, cette année, la présence du Phylloxera. Elle est à moitié distance entre les vignes Golay-Leresche et Panissod, à 230<sup>m</sup> de la vigne Golay et à 340<sup>m</sup> du point d'attaque de la vigne Panissod, et n'est séparée de la vigne Côte que par une simple palissade, remplacée en partie par un mur depuis le printemps de cette année. (Plan *d.*)

Les souches des vignes de cette serre à raisins sont plantées en dehors du bâtiment, à un mètre environ de distance les unes des autres, et entrant dans la serre par des orifices pratiqués dans le mur, y étalent librement leurs rameaux.

Ces vignes, de variétés diverses (noir de Hambourg, muscat d'Alexandrie, etc.), proviennent toutes d'Angleterre et sont pour la plupart dans un très bel état de végétation <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> M. Max Cornu a résumé nos observations dans une lettre adressée à M. Dumas, en date du 24 novembre 1874 et insérée dans les compte-rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. LXXIX, p. 1236.

<sup>(2)</sup> La brillante végétation des souches dans les serres à raisins de M. de Rothschild, comparée à l'état misérable des ceps phylloxérés des vignes Golay et Panissod, a élevé dans mon esprit quelques doutes; je me disais: si les serres sont infectées par le Phylloxera depuis plus longtemps que les vignes, comment ne sont-elles pas plus souffrantes? J'ai demandé en Angle-

La serre a été établie en 1866. Toutes les souches de la première plantation ont bien végété, me dit M. Jansen. En 1869, quelques-unes des vignes ne donnant pas des raisins assez excellents, on demanda à Liverpool un nou-

terre des renseignements sur l'état des vignes phylloxérées dans les serres à raisins, pour savoir si la culture intensive à laquelle elles sont soumises n'arrivait pas à dépasser l'énergie et l'intensité du mal; je n'ai pas pu obtenir des renseignements à ce sujet et j'en suis réduit à deux descriptions qui auront au moins l'avantage d'être désintéressées, ayant été écrites en dehors de toute espèce de préoccupation de pépiniériste ou de marchand de plantes. La première est tirée d'un article de J.-O. Westwood (*Gardener's Chronicle*, 30 janvier 1869, f. 109).

« J'ai reçu en septembre 1867, du comte de Chester, des fouilles d'une jeune souche plantée avec vingt-cinq autres dans une serre de soixante pieds de long, dans laquelle c'était le seul pied atteint; il aurait poussé des sarments de quatorze pieds depuis sa plantation qui avait eu lieu au mois de février précédent; les insectes ne furent trouvés que sur les jeunes feuilles à environ cinq pieds à partir de l'extrémité. Dans le mois suivant le même correspondant m'envoya des racinelles de ces souches, attaquées par le même insecte. »

Des vignes qui poussent de février en septembre des sarments de quatorze pieds de long, ne sont pas bien malades.

Ma seconde citation est tirée du livre de M. Planchon : *Les vignes américaines, leur culture, leur résistance au Phylloxera et leur avenir en Europe*. Montpellier et Paris 1875, p. 29.

« La serre à raisins de l'*experimental garden* de l'*Institution Smithsonian de Washington*, ne renferme que des cépages exotiques, c'est-à-dire des variétés d'Europe dont les pieds, plantés assez serrés en dedans du petit mur d'appui du toit vitré, sont conduit en espalier le long des demi-cintres de ce toit. Ces vignes, toutes bien portantes, sont aujourd'hui exemptes de galles phylloxériques; quelques fouilles faites au pied d'un petit nombre ne me font découvrir le *Phylloxera*, très peu abondant, que sur les nodosités des racinelles du *Willmot's n° 16*, sous variété du *Black Humboldt*. Seulement, il y a deux ans, à ce que me raconte M. le professeur Glover, un pied de *muscat Hamburg* et un de *Grissley Frontignac* eurent leurs feuilles couvertes de galles, sans qu'on put voir le *Phylloxera* sur leurs racines. Coupés au raz du sol, ces pieds ont vigoureusement repoussé. J'en explore moi-même les racines et voici le résultat de cet examen : *Muscat Hamburg*, racinelles parfaites, pas la

vel envoi de plantes<sup>(1)</sup>, et l'on remplaça les vignes de qualité inférieure. Les envois d'Angleterre ont eu lieu sous la forme de plantes enracinées expédiées en pots.

moindre trace d'insecte : *Grissley Frontignac*, une radicelle parfaite; une autre portant çà et là de petits tubercules à dépression centrale, accusant peut-être le passage du *Phylloxera*, mais sans que l'on puisse se prononcer à cet égard avec une certitude suffisante. L'essentiel à constater, c'est que l'infection phylloxérique ne s'est pas sensiblement développée depuis deux ans, même dans cet espace clos rempli de cépages d'Europe. Il faudrait se garder de conclure de ce simple fait, l'immunité générale de ces cépages; mais il est juste de citer le fait lui-même comme une preuve que l'action du *Phylloxera* n'est pas fatalement intense dans toutes les conditions données. »

Cette description de M. Planchon et les réflexions qui la terminent répondent, je crois, suffisamment à l'objection que je me faisais à moi-même.

Enfin un fait est venu dissiper mes derniers doutes à cet égard, c'est la découverte du *Phylloxera*, faite en mars 1875, par M. A. Kraft de Schaffhouse, dans une serre à raisins à Mühlberg (canton de Thurgovie). Les conditions sont tellement analogues à celles de Pregny, que l'un des cas explique l'autre. Voici la traduction de quelques passages d'une lettre de M. Kraft du 18 avril :

« Les cépages plantés dans les trois serres à raisins de Mühlberg sont : *Black Hamburgh*, *golden Hamburgh*, *Muscat of England*, *Muscat of Alexandria*, plus deux autres espèces à grosses baies, de provenance anglaise, aussi. Ces vignes ont été apportées d'Angleterre, en partie entre 1850 et 1860, en partie entre 1860 et 1870 (en 1868 d'après une autre lettre). Ces plantes cultivées dans un terrain très riche et excessivement fumé sont dans un état de végétation qu'on peut dire satisfaisant; cependant quelques ceps pourraient être plus forts et plus brillants, de telle sorte que l'on est conduit à reconnaître que le *Phylloxera* a porté quelque dommage à la végétation de ces plantes. »

Dans une lettre du 14 avril, adressée à M. Schnetzler, M. Kraft caractérisait ainsi l'état des plantes : « La végétation et l'apparence de ces vignes étaient encore satisfaisantes quoique les racines fussent tout-à-fait malades, et en partie même pourries; mais elles étaient plantées dans un humus excessivement riche et, qui plus est, très richement fumé. »

(<sup>1</sup>) Il y a eu quelques erreurs dans les dates indiquées par le jardinier : j'extraits les données suivantes d'un « rapport adressé

Le jardinier n'a rien à signaler dans l'état des plantes, soit à leur arrivée d'Angleterre, soit dans leur développement ultérieur, soit dans leur état actuel ; cependant inquiété par la présence du Phylloxera dans un voisinage immédiat, remarquant que quelques plantes étaient un peu plus faibles que les autres, il chercha sur leurs racines et constata le Phylloxera, quelques jours déjà avant notre arrivée.

Nous recherchâmes nous-mêmes le puceron et nous pûmes constater sa présence sur deux souches de la plantation de 1869 (1868). Les racines de ces plantes sont brillantes de santé ; un développement énorme du chevelu, dans une terre très richement fumée, et dans un terrain aussi opulent que possible, explique suffisamment la puissante végétation de la plante dans la serre ; nous y avons cependant découvert d'abord quelques renflements

au Département de l'intérieur par la commission chargée de vérifier la présence du Phylloxera dans les serres de M. de Rothschild, M. C. Vogt, rapporteur. »

Ces dates sont basées sur les lettres de voiture, les reçus des douanes fédérales, les livres et les notes de M. Kirch, intendant de M. de Rothschild.

La grande serre (Pl. *d*) a été terminée et plantée en avril 1867 ; les ceps avaient été envoyés d'Angleterre dans l'hiver de 1866 à 1867.

Un second envoi de plantes empotées fut fait en décembre 1867, par M. L. de Londres. Une partie de ces ceps a été plantée en avril 1868 dans la grande serre du haut pour remplacer des souches de moindre valeur ; le reste a été employé pour la serre du lac.

La serre du lac (Pl. *e*) a été plantée en automne 1868.

La petite serre d'en haut (Pl. *d'*) a été plantée en 1874 avec des boutures provenant des serres phylloxérées.

D'après les affirmations de l'intendant, le dernier envoi d'Angleterre aurait eu lieu en 1867.

Dans la suite de ce rapport, je mets entre parenthèse les dates données par l'intendant, à côté des dates indiquées par le jardinier de M. de Rothschild.

et nodosités parfaitement caractéristiques, enfin l'insecte lui-même, le *Phylloxera vastatrix*.

Le petit nombre des pucerons sur les racines superficielles s'explique facilement par l'époque de l'année (23 novembre), puis par les gels des derniers jours qui ont fait émigrer dans les profondeurs tous les pucerons encore mobiles et non encore engourdis.

Quoiqu'il en soit, l'insecte existe sur ces plantes de vigne; nous l'avons constaté aussi sur quelques boutures de vigne en pots, en dehors de la serre, préparées, nous dit M. Jansen, par les soins de ses jardiniers. (Plan d'.)

Sachant que dans les serres d'Angleterre, M. Westwood<sup>(1)</sup> avait constaté le *Phylloxera* d'abord dans les galles des feuilles, nous avons dirigé toute notre attention sur ce fait. La plupart des feuilles avaient été enlevées par les jardiniers pour éviter de fatiguer la plante; cependant nous avons pu en examiner encore quelques centaines et nous n'avons aperçu de galles nulle part.

M. Jansen nous apprit ensuite que en outre de la serre principale située à Pregny, il dirigeait encore pour M. de Rothschild une serre à raisins au bord du lac et que le *Phylloxera* s'y trouvait aussi. Nous nous y transportâmes aussitôt et voici ce que nous avons pu constater. Ces serres sont situées dans la petite propriété connue sous le nom de Port-du-Pavillon de Pregny, à côté des machines hydrauliques de M. de Rothschild (Plan e); elles sont à 885 mètres en ligne droite des autres serres et vignes de Pregny, avec lesquelles elles n'ont aucun rapport, et dont elles sont séparées par un vignoble assez considérable où

(1) *Gardener Chronicle*, n° du 30 janvier 1869, f. 109, cité dans Planchon et Lichtenstein, le *Phylloxera* de la vigne en Angleterre et en Irlande. Montpellier 1871.

l'on n'a pas jusqu'à présent vu de *Phylloxera*. Elles sont bâties sur le même principe que les grandes serres de Pregny, décrites plus haut; elles n'en diffèrent que parce que les plantes des vignes n'apparaissent pas au dehors, le tronc de la vigne étant complètement enfoui en terre avant d'entrer dans le mur pour pénétrer dans la serre. La création de cette serre date de 1869 (1868); les plantes proviennent du même envoi dont nous avons vu les résultats dans les serres de Pregny. Depuis l'époque de leur plantation l'on n'a jamais remis de fumier ou d'engrais au pied des souches. M. Jansen remarquant dernièrement l'état de souffrance de deux plantes de cette serre en étudia les racines et y découvrit le *Phylloxera* (1).

Je reviendrai plus loin sur ce fait très important.

M. Jansen nous a encore communiqué un fait d'un certain intérêt au sujet de la transmission du *Phylloxera* à Pregny. M. Panissod emploie dans son domaine les résidus de la campagne Rothschild; les pierres et débris de rebut servent comme matériaux de comblement; tout ce qui peut offrir la moindre valeur comme engrais est porté dans les champs et dans les vignes (2).

Résumons les faits que nous venons de décrire.

(1) Le 2 décembre, une commission composée de MM. C. Vogt, Thury, Rislér et Monnier, a vérifié la présence du *Phylloxera* sur les racines des vignes de cette serre.

(2) Voici ce que m'écrivit à ce sujet M. Panissod, en date du 26 novembre :

« M. Jansen m'a en effet remis des débris de jardin que j'ai utilisés et mis dans mes ruclos destinés aux prairies. Il est arrivé plusieurs fois au printemps que j'ai fait conduire ces débris à la vigne et les ai mis dans les creux des provignures, mais je ne puis préciser à quelle place de la vigne. Je trouve sur mon agenda qu'en mars 1870 il en a été conduit quelques tombereaux, je n'ai pas d'autres indications dès lors. »

1<sup>o</sup> Le Phylloxera a été constaté dans les *graperies* ou serres à raisins d'Angleterre et d'Irlande depuis l'année 1863.

2<sup>o</sup> Au centre des points d'attaque de Pregny, entourées par les vignes phylloxérées de MM. Côte, Panissod et Golay-Leresche, nous reconnaissons la présence des grandes serres à raisins de M. de Rothschild.

3<sup>o</sup> Les plantes de ces serres sont toutes de provenance anglaises.

4<sup>o</sup> Elles ont toutes été apportées à l'état de plantes enracinées dans des pots, conditions excellentes pour le transport du Phylloxera.

5<sup>o</sup> Une première plantation de ces vignes a eu lieu en 1866. Rien ne nous autorise à l'incriminer.

6<sup>o</sup> Une nouvelle plantation a eu lieu en 1869 (1868). Or la tache phylloxérique apparaît en 1871 dans la vigne de M. Golay-Leresche, ce qui fait rapporter à l'année 1870 l'invasion de cette vigne.

Cette époque coïncide d'une manière frappante avec la date de la plantation des vignes anglaises.

7<sup>o</sup> Le Phylloxera existe actuellement sur les racines des vignes de M. de Rothschild.

8<sup>o</sup> Il est probable que le Phylloxera y a été importé avec l'envoi de 1869 (1867). Le fait que les pucerons y étaient en bien petit nombre s'explique par la saison de l'année ; le fait que les vignes ont porté du fruit et n'ont pas trop souffert s'explique par la fumure abondante et opulente, qui, ainsi que l'a constaté le congrès de Montpellier, peut corriger par son influence les lésions du puceron. L'action d'engrais suffisamment riches peut dépasser l'action du Phylloxera.

9<sup>o</sup> Ce qui prouve d'une manière évidente l'importation



du Phylloxera par la plantation de vignes de 1869 (1868) c'est la présence du puceron dans la serre du bord du lac. Située à une grande distance des vignes et serres de Pregny, sans rapport aucun avec les vignes phylloxérées, sans qu'aucun apport d'engrais ait été fait sur les racines depuis la plantation, sans que les ceps soient visibles au dehors, les racines de la vigne étant protégées par le terrain battu d'un chemin de ronde qui exclut tout idée de fissures de la terre, cette serre est infectée par le Phylloxera. Le puceron ne peut y avoir été introduit que par la plantation en 1869 (1868).

Ce fait très particulier, très singulier, et très heureux, s'il est permis de s'exprimer ainsi, permet donc d'affirmer avec une très grande sûreté et précision le mode d'invasion du Phylloxera à Pregny.

10° Les débris qui sont charriés de la campagne Rothschild dans la campagne Panissod expliquent suffisamment l'invasion des vignes Panissod.

11° Le voisinage immédiat des serres Rothschild explique suffisamment l'invasion de la vigne Côte.

12° Je n'explique pas l'invasion de la vigne Golay-Leresche.

L'importance que nous attribuons tous à la connaissance exacte de la voie d'introduction du Phylloxera à Pregny, justifiera à vos yeux la longueur de ce rapport : de cette connaissance dépend en effet la nature des mesures à prendre, qui seront autres si le puceron est arrivé dans sa forme ailée, porté par les vents, autres s'il y a eu importation immédiate et directe.

Agréez, etc.

F.-A. F.

## IV.

**Mesures administratives à l'occasion de l'invasion du  
Phylloxera à Pregny.**

A la première nouvelle de l'apparition du Phylloxera à Pregny, la commission fédérale présidée par M. le professeur Schnetzler, demanda immédiatement une enquête très attentive et très rapide dans tous les vignobles du bassin du Léman, dans le but de déterminer l'extension actuelle et l'invasion du puceron. Le résultat de cette enquête fut négatif dans les cantons de Vaud, de Neuchâtel, de Berne, de Fribourg et du Valais, dans le Chablais, le Faucigny et le pays de Gex. Dans le canton de Genève l'inspection fit découvrir les taches B. C. D. et E, toutes situées dans la commune de Pregny.

Quelle valeur peut-on attribuer à cette enquête ? C'est ce que l'on ne saura que dans l'été de 1875. Elle a en effet été faite malheureusement trop tard pour avoir toute la rigueur désirable ; la végétation était déjà trop avancée, la vigne était trop défeuillée pour qu'il fût facile de reconnaître au mois d'octobre les taches phylloxériques.

Quoiqu'il en soit d'après les faits constatés jusqu'à présent le Phylloxera n'est connu dans la Suisse occidentale que dans trois vignes de Pregny, entourant immédiatement les serres Rothschild.

Les vignes phylloxérées furent immédiatement mises sous séquestre par arrêté du Conseil d'Etat de Genève en date des 9, 10 octobre et 24 novembre 1874.

Le Conseil d'Etat du canton de Genève chargea une commission composée de MM. C. Vogt, professeur, L. Archinard, agronome, à Genève, et Forel, professeur, à

Morges, de lui faire des propositions sur les mesures à prendre.

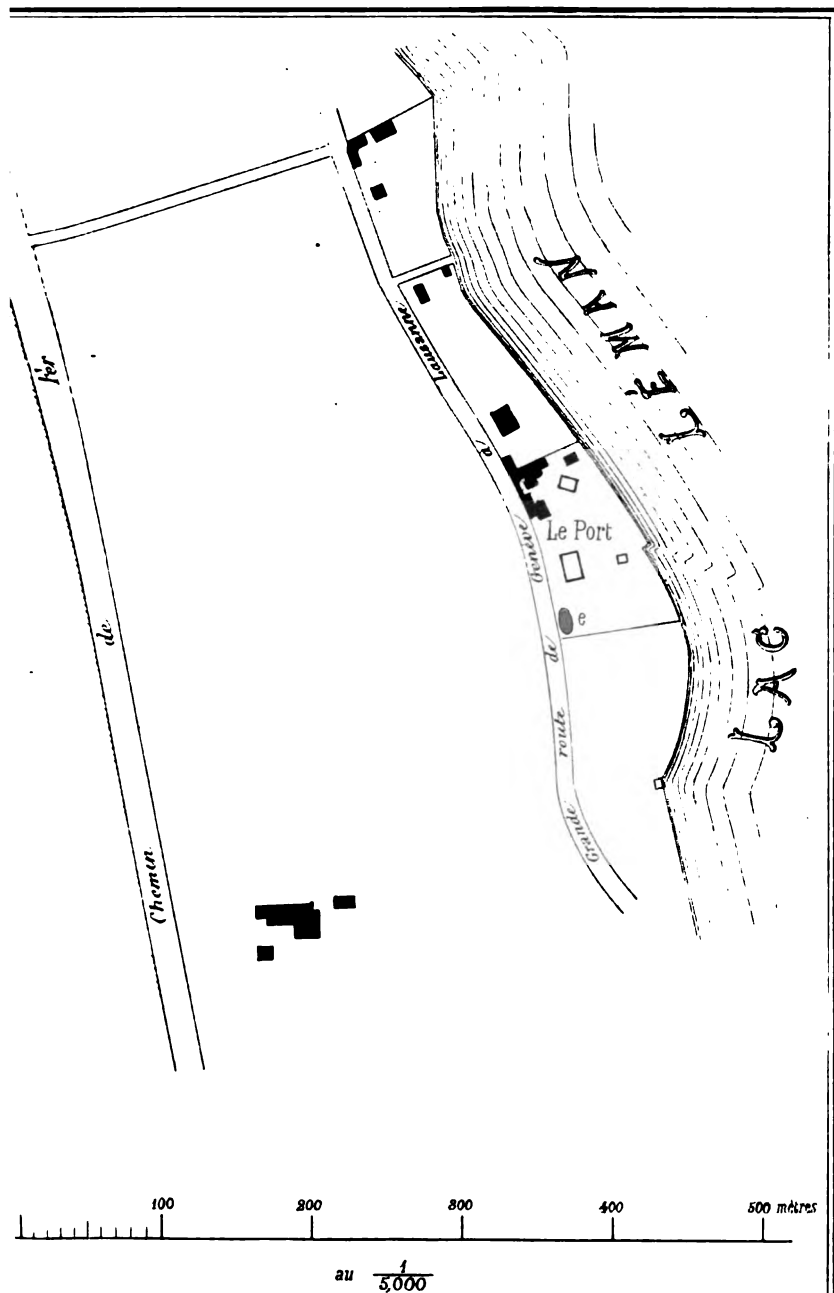
Cette commission fit rapport en date du 26 novembre (1) et le Conseil d'Etat prit un arrêté en date du 27 novembre 1874, qui ordonnait la destruction complète des vignes, parties de vigne et serres phylloxérées, avant le 1<sup>er</sup> mars 1875. Cet arrêté chargeait de la direction de l'opération M. E. Risler, agronome à Calève.

Cette destruction et arrachage des vignes infectées a été commencée en décembre 1874 et elle était terminée à la fin de mars 1875. Un rapport de M. Risler donne les détails nécessaires sur la marche de l'opération. (2)

Nous n'analyserons pas ici les opérations de cette destruction (miner et défoncer le sol, plonger les souches et racines de vigne dans une chaudière d'eau bouillante, mélanger la terre avec une double et triple couche de chaux d'épuration du gaz, établir autour des taches un fossé d'enceinte rempli de goudron, etc.); nous nous bornons à indiquer sur notre plan les parties de vigne détruites en les hachant en rouge. Mais nous tenons à signaler un point fort intéressant mentionné dans le rapport de M. Risler, c'est le mauvais état des vignes Golay-Leresche et Panissod. « La vigne Golay avait été établie il y a 8 ans dans une position très exposée au gel et dans un sol naturellement humide, mal drainé et imparfaitement défoncé. » — « La partie phylloxérée de la vigne Panissod était comme la vigne Golay tout entière en très mauvais état; le sous-

(1) Rapport adressé au Département de l'intérieur du canton de Genève par la commission chargée d'indiquer les mesures à prendre contre le Phylloxera dans les vignes de Pregny. Genève 1874.

(2) E. Risler. Rapport sur l'arrachage et le traitement des vignes phylloxérées de Pregny. Genève 1875.





33  
se  
le  
es  
nt  
l-  
le  
n  
is  
p-  
re  
si  
is



sol, partout très humide, se compose, à l'Est de molasse que les ouvriers découvraient à moins de deux pieds de profondeur, et à l'Ouest d'argile imperméable. » Des vignes plantées dans de telles conditions ne sont certainement pas des vignes en bon état, et le développement du Phylloxera dans un tel milieu ne peut pas être donné comme un exemple de ce que serait son développement et son extension dans de meilleures conditions du sol. Il nous est donc encore permis d'espérer que l'aire d'extension annuelle dont nous avons indiqué plus haut la largeur, ne conserverait peut-être pas ses dimensions inquiétantes si jamais par malheur nous avions à l'étudier dans le sol plus riche de nos beaux vignobles vaudois.





## Observations siccimétriques, à Lausanne.

10<sup>me</sup> année. — Année météorologique 1874.

Par

**M. L. DUFOUR**

Professeur de physique à l'Académie de Lausanne.



L'année météorologique 1874 est la dixième année complète des observations siccimétriques. Ces observations ont été commencées en 1865 et elles ont été publiées régulièrement dans le *Bulletin*. — J'espère donner prochainement un résumé de cette première série décennale.

Durant l'année 1874, les observations ont été continuées dans les mêmes conditions que précédemment et suivant la méthode qui a été exposée dans ce *Bulletin* (T. X., n° 62).

Le tableau suivant renferme les résultats obtenus. On trouvera dans la colonne *Différence*, pour les divers jours d'observations, la différence entre la chute de la pluie et l'évaporation comptée à partir du commencement de l'année météorologique (1<sup>er</sup> décembre 1873). Ainsi, entre le 1<sup>er</sup> décembre 1873 et le 21 avril 1874, la chute de la pluie l'a emporté de 17<sup>mm</sup> sur l'évaporation; entre le 1<sup>er</sup> juillet et le 1<sup>er</sup> septembre, l'évaporation l'a emporté de 89<sup>mm</sup>,0 — 38<sup>mm</sup>,5 = 50<sup>mm</sup>,5 sur la chute, etc.

TABLEAU

| Date         | Différence | Date         | Différence | Date        | Différence | Date         | Différence |
|--------------|------------|--------------|------------|-------------|------------|--------------|------------|
| <b>1873</b>  |            | <b>Avril</b> | mm         | <b>Juin</b> | mm         | <b>Sept.</b> | mm         |
| Décemb.      | mm         | 21           | + 17,0     | 29          | -28,0      | 11           | -103,0     |
| 1            | 0,0        | 23           | + 9,0      | Juillet     |            | 13           | 93,0       |
| 18           | - 5,5      | 25           | + 1,0      | 1           | 38,5       | 15           | 99,5       |
| 21           | - 4,5      | 27           | - 8,5      | 5           | 63,0       | 18           | 104,5      |
| 25           | - 5,5      | 29           | - 22,0     | 7           | 75,5       | 21           | 108,5      |
| <b>1874</b>  |            | <b>Mai</b>   |            | 10          | 66,0       | 23           | 112,0      |
| Janvier      |            | 1            | 33,0       | 12          | 58,5       | 25           | 113,5      |
| 3            | - 2,5      | 4            | 46,5       | 14          | 71,5       | 27           | 117,0      |
| 6            | + 11,5     | 6            | 53,5       | 16          | 71,5       | 29           | 119,5      |
| 17           | + 13,0     | 8            | 63,0       | 18          | 72,0       | Octobre      |            |
| 20           | 25,5       | 11           | 50,0       | 20          | 76,5       | 1            | 121,5      |
| 25           | 25,0       | 13           | 44,0       | 22          | 78,5       | 4            | 104,5      |
| 30           | 21,0       | 15           | 41,5       | 24          | 78,5       | 7            | 93,5       |
| Février      |            | 17           | 41,5       | 26          | 68,5       | 10           | 86,5       |
| 5            | 16,0       | 19           | 43,5       | 29          | 52,0       | 13           | 88,5       |
| 15           | 15,0       | 21           | - 41,5     | Août        |            | 15           | 90,0       |
| 17           | 27,0       | 23           | - 9,0      | 2           | 52,0       | 18           | 91,5       |
| 22           | 31,0       | 24           | + 16,0     | 5           | 65,5       | 21           | 93,0       |
| 27           | 29,0       | 26           | + 10,0     | 9           | 65,0       | 23           | 91,0       |
| Mars         |            | 28           | 0,0        | 11          | 62,0       | 26           | 92,5       |
| 1            | 29,0       | 30           | - 10,0     | 13          | 71,0       | 29           | 93,5       |
| 4            | 27,0       | <b>Juin</b>  |            | 15          | 44,5       | 31           | 94,5       |
| 9            | 20,0       | 1            | - 21,0     | 16          | 44,0       | Nov.         |            |
| 17           | 35,5       | 4            | - 33,0     | 19          | 60,0       | 2            | 96,0       |
| 21           | 30,5       | 6            | 45,0       | 21          | 69,0       | 6            | 98,0       |
| 24           | 23,0       | 8            | 55,5       | 23          | 80,0       | 9            | 99,5       |
| 27           | 12,5       | 10           | 65,0       | 25          | 89,0       | 11           | 99,5       |
| 30           | 9,0        | 13           | 84,0       | 27          | 96,0       | 13           | 101,5      |
| <b>Avril</b> |            | 14           | 92,0       | 30          | 84,0       | 17           | 86,5       |
| 2            | 5,5        | 16           | 86,5       | Sept.       |            | 20           | 31,5       |
| 6            | 31,5       | 18           | 87,0       | 1           | 89,0       | 23           | 30,0       |
| 11           | 26,5       | 20           | 83,5       | 3           | 96,5       | Décemb.      |            |
| 14           | 26,0       | 23           | 57,5       | 5           | 101,0      | 1            | - 12,5     |
| 17           | 28,5       | 24           | 63,0       | 7           | 108,5      |              |            |
| 19           | 24,5       | 26           | 64,5       | 9           | 114,0      |              |            |

Ce tableau a servi à construire la courbe de la planche ci-jointe (Pl. XVIII), laquelle est à la même échelle que celles des neuf années déjà publiées. Un jour est représenté par 1<sup>mm</sup>,5 sur l'axe horizontal et, sur l'axe vertical, 1<sup>mm</sup> correspond à *quatre* millimètres d'excès de chute ou d'excès d'évaporation. L'ordonnée d'un jour d'observation représente la *Différence* que fournit le tableau ci-dessus. Il suit de là que les parties ascendantes de la courbe correspondent aux périodes pendant lesquelles la chute dépassait l'évaporation; les parties descendantes, au contraire, correspondent aux séries de jours offrant un excès d'évaporation.

L'inspection du tableau et de la courbe ainsi que les renseignements fournis par les notes détaillées des observations conduisent aux remarques suivantes :

1<sup>o</sup> Le mois de décembre 1873 présente le fait, rare pour ce moment de l'année, d'un excès d'évaporation. La chute d'eau ou de neige a été insignifiante. Pendant les dix-huit premiers jours du mois, l'eau du siccimètre est demeurée gelée.

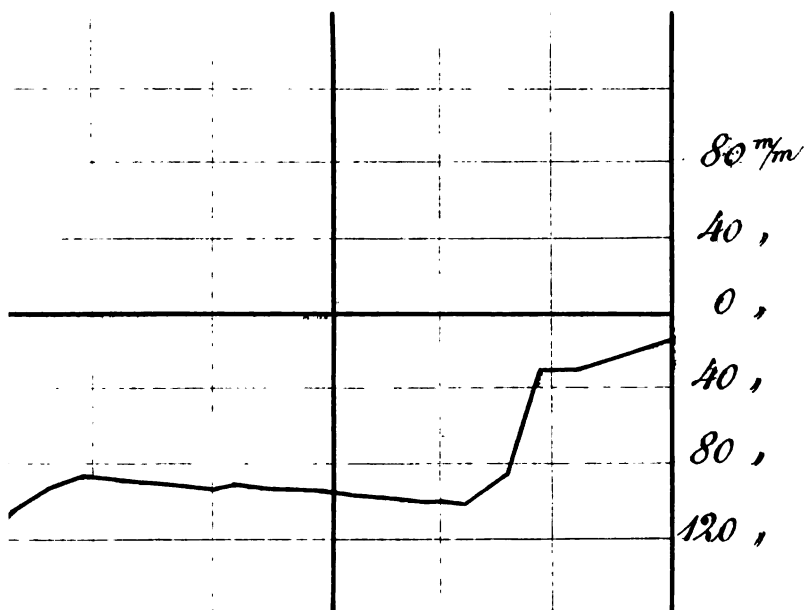
2<sup>o</sup> Pendant les mois de janvier, février et mars les chutes de pluie ou de neige ont été très peu abondantes et à peu près compensées par l'évaporation, peu active cependant de cette saison froide.

3<sup>o</sup> La seconde moitié d'avril et le commencement de mai offrent une période sèche durant laquelle l'évaporation l'emporte de beaucoup sur la chute. Grande prédominance des vents de la région nord.

4<sup>o</sup> Le 25 avril, la courbe coupe l'axe horizontal, c'est-à-dire que, à partir du commencement de l'année météorologique jusqu'à ce jour-là, l'évaporation compensait exactement la chute. Mais les pluies abondantes du mois de mai ont ramené pendant quelques jours un excès de chute.

Octobre.

Novembre.



ès de chute ou d'excès d'évaporation.

L'évaporation absolue en 1874, telle que la fournit le siccimètre, a donc été de 702<sup>mm</sup>,5.

rologique jusqu'à ce jour-là, l'évaporation compensait  
exactement la chute. Mais les pluies abondantes du mois de  
mai ont ramené pendant quelques jours un excès de chute.

5° A partir du 28 mai, la courbe demeure au-dessous de l'axe jusqu'à la fin de l'année. En d'autres termes, la pluie n'est jamais devenue assez abondante pour compenser la somme d'évaporation comptée à partir du 1<sup>er</sup> décembre 1873.

6° Durant l'été, on remarque de fréquentes alternances de courtes périodes durant lesquelles il y a tantôt un excès de chute et tantôt un excès d'évaporation. — L'année 1874 n'offre pas, comme d'autres, une période estivale bien caractérisée par un excès prononcé et continu d'évaporation.

7° C'est le 1<sup>er</sup> octobre que la courbe atteint le point le plus bas. A ce moment-là, l'évaporation l'emportait de 121<sup>mm</sup>,5 sur la chute à partir du commencement de l'année météorologique.

8° Les mois d'octobre et de novembre présentent une période d'environ trente jours durant lesquels l'évaporation compense presque continuellement de faibles précipitations aqueuses sous forme de pluie ou de rosée.

9° De fortes pluies caractérisent le milieu de novembre et l'année météorologique finit avec un faible *excès d'évaporation* : 12<sup>mm</sup>,5.

Pour connaître l'importance de l'évaporation *absolue*, il faut évidemment ajouter à 12<sup>mm</sup>,5 la couche d'eau recueillie dans un pluviomètre.

D'après les observations faites à l'observatoire de l'Asile des aveugles, cette couche a été, en 1874, de 690<sup>mm</sup> (voir les Résumés météorologiques de MM. Marguet et Hirzel ; Bulletin n° 75).

L'évaporation absolue en 1874, telle que la fournit le siccimètre, a donc été de 702<sup>mm</sup>,5.



## OBSERVATIONS

sur le

**Cours de géologie comparée de Stanislas Meunier**par **E. Renevier**, prof.

---

Toute géologie est nécessairement comparée. Il n'y aurait qu'une étude purement locale, excluant toute dénomination des terrains, et toute appréciation sur la valeur des faunes et flores recueillies, qui ne fût pas une géologie comparée. Dès qu'on s'occupe de déterminer l'âge des terrains d'une contrée, on ne peut le faire qu'en comparant les fossiles qu'ils renferment avec ceux d'autres pays typiques, ou à défaut de fossiles en comparant les roches elles-mêmes avec celles d'autres régions. A un autre point de vue la géologie consiste à comparer les phénomènes géophysiques anciens aux phénomènes actuels. Qu'est-ce donc qu'un cours de géologie comparée, si non un cours de géologie ordinaire ? Eh bien non ! celui de M. S. Meunier est au contraire très extraordinaire ! Vous allez en juger :

M. Meunier parle d'une *géologie terrestre* (!) d'une géologie du soleil, d'une géologie de la lune, des planètes, etc. Chaque astre, dit-il a sa géologie. C'est en comparant la géologie de ces différents corps stellaires, qu'il pense arriver à déterminer les grandes lois qui régissent l'univers. L'idée n'est point fautive ; le nom seul est erroné. C'est le terme de *cosmologie* ou mieux *sidérologie* que M. Meunier aurait dû employer. — Mais passons !

Sous ce titre de géologie comparée l'auteur étudie essentiellement les *aérolithes* ou *météorites*, qui ne sont que des fragments, précipités sur notre sol, des *bolides* d'origine extra-terrestre. Il les étudie à tous les points de vue, très minutieusement, et en donne, d'après M. Daubrée la clasifcation suivante, basée sur leur composition plus ou moins ferrugineuse ou pierreuse :

1<sup>o</sup> Les HOLOSIDÈRES, ne contenant pas de pierres, mais seulement du fer, avec alliage de nickel, parfois aussi de carbone. Il les subdivise en 11 types, auxquels il impose des noms tirés des localités les plus célèbres où l'on a trouvé chaque type, ou mieux encore où l'on en a observé la chute, p. ex. *Octibbehite*, *Tazwellite* *Burlingtonite*, etc.

2<sup>o</sup> Les SYSSIDÈRES, composées d'un réseau ferrugineux enchassant des grains pierreux. Il les subdivise en :

a) *Sporadolithes*, à grains pierreux disséminés, partagées elles-mêmes en 5 types, à dénominations semblables à celles des types d'holosidères.

b) *Synolithes*, dans lesquelles la matière pierreuse est continue, et qui ne constituent qu'un seul type.

3<sup>o</sup> Les SPORADOSIDÈRES, contenant des grenailles de fer, disséminées dans une gangue pierreuse. M. Meunier y distingue 24 types, groupés de la manière suivante :

a) *Polysidères*, où le fer est très abondant, seulement 2 types.

b) *Oligosidères*, où le fer est peu abondant, comprenant 19 types.

c) *Kryptosidères*, où le fer existe en particules indicernables à l'œil ; 3 types.



4<sup>o</sup> Les ASIDÈRES enfin, qui ne contiennent pas de fer métallique, et dans lesquels l'auteur ne distingue que 4 ou 5 types, dont les noms sont toujours choisis de la même manière, et terminés en *ite*.

Cette étude, très détaillée, comprend les sept premiers chapitres, c'est-à-dire la moitié environ du volume (144 p.) Dans le 8<sup>e</sup> chapitre M. Meunier compare entre-elles les météorites, en leur appliquant les méthodes géologiques, ou mieux pétrographiques. Il y reconnaît des brèches, des filons concrétionnés, des failles, des surfaces de frottement, des preuves de métamorphisme, etc ; et retrouvant les mêmes détails, les mêmes natures pétrographiques dans des aérolithes gisant sur notre globe en des points très éloignés, il arrive à conclure que toutes ces météorites proviennent d'une source commune, d'un même globe, assez volumineux, soumis à des phénomènes géophysiques analogues à ceux du globe terrestre, mais qui aurait été détruit par explosion, et aurait mitrillé notre terre de ses fragments. Pour employer le langage figuré de M. Meunier ce serait un *globe fossile* ! et pourquoi pas ? ne parlons nous pas d'*animaux éteints* ; ce n'est donc qu'un *prété-rendu*. — L'auteur prétend même nous donner la *coupe géologique* de ce globe et en faire par conséquent la *restauration* comme s'il s'agissait d'un vertébré fossile.

Dans les chapitres suivants l'auteur compare le *globe météorique*, ainsi restauré, au globe terrestre et trouve une grande analogie entre le premier et les parties internes de notre terre, que nous ne connaissons que par les éruptions. Il voit là une confirmation de la fluidité ignée du noyau central terrestre (p. 216).

Enfin par des considérations générales sur l'état phy-

sique du soleil, de la lune et des planètes, et se rattachant à la théorie de Laplace, M. Meunier en vient à déterminer que le globe en question était un second satellite de la terre, plus petit que la lune. Son refroidissement a dû être dès lors plus rapide, et en conséquence, après avoir perdu comme elle ses mers et son atmosphère, ce petit astre s'est brisé par suite de puissantes actions de retrait, et ses fragments continuant leur course vagabonde sont attirés par la terre chaque fois qu'ils s'en approchent un peu trop.

C'est aussi là selon M. Meunier le sort qui attend successivement la lune d'abord, puis Mars, ensuite la terre, Vénus et Mercure, et qui aurait déjà fait disparaître une planète ultra-martiale dont les astéroïdes sont les fragments.

Cette seconde partie de l'ouvrage est excessivement curieuse, souvent intéressante, mais parfois assez fantastique, et ne laisse pas que de rappeler un peu le voyage au centre de la terre de Jules Vernes. Aussi y a-t-il de quoi s'étonner quand on voit l'auteur à diverses reprises se défendre absolument d'être hypothétique, et prétendre ne faire autre chose que tirer la conséquence des faits observés. Il est vrai qu'il part de faits réels, mais il est tellement habile à en tirer la quintessence, qu'on pourrait être tenté de lui appliquer le dicton qu'il *tondrait sur un œuf*.

Néanmoins son livre fourmille de déductions intéressantes, et je ne puis m'empêcher de penser qu'il en demeurera bon nombre de données scientifiques sérieuses, après qu'une saine critique en aura éteint les feux d'artifices.



## PLANTES FOSSILES

trouvées à Epalinges, sur Lausanne, dans la molasse  
marine, terrain helvétique.

| ESPÈCES.                                         | Nombre d'exemplaires | Trouvée ailleurs en Suisse dans les terrains |         |            |          |        | Observations.                                                                                                |
|--------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------|---------|------------|----------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  |                      | aquitain                                     | langien | helvétique | toronien | cingia |                                                                                                              |
| <i>Pinus palæostrobus</i> , Ett.                 | 1                    | +                                            | +       | +          | +        |        | Mutilé, douteux.<br>Très petit, rappelant par sa forme <i>P. Gaudini</i> , H., finement denté sur son limbe. |
| ? <i>Populus balsamoides</i> , Goepp.            | 1                    |                                              | +       | (n)        | +        | +      |                                                                                                              |
| » <i>sp. n.</i>                                  | 4                    |                                              |         |            |          |        |                                                                                                              |
| ? » <i>sp.</i>                                   | 1                    |                                              |         |            |          |        |                                                                                                              |
| <i>Myrica salicina</i> , Ung.                    | 1                    |                                              | +       | +          | +        | +      | Perforé par des champignons.                                                                                 |
| <i>Cinnamomum Scheuch- tzeri</i> , H.            | 17                   | +                                            | +       | +          | +        | +      |                                                                                                              |
| » <i>lanceolatum</i> , Ung. sp.                  | 16                   | +                                            | +       | +          | +        | +      |                                                                                                              |
| » <i>retusum</i> , Fisch.                        | 1                    | +                                            | +       | +          | +        | +      |                                                                                                              |
| » <i>Buchi</i> , H.                              | 1                    | +                                            | +       | (n)        | +        | +      |                                                                                                              |
| » <i>polymorphum</i> , A. Br.                    | 5                    | +                                            | +       | +          | +        | +      |                                                                                                              |
| » <i>transversum</i> , H. (var. <i>retusa</i> .) | 1                    | +                                            |         | (n)        |          |        |                                                                                                              |
| <i>Dryandroides lignitum</i> , Ung.              | 4                    | +                                            | +       | +          | +        | +      |                                                                                                              |
| <i>Eucalyptus oceanica</i> , Ung.                | 1                    | +                                            | +       | (n)        |          |        |                                                                                                              |
| <i>Juglans acuminata</i> , A. Br.                | 1                    | +                                            | +       | +          | +        | +      |                                                                                                              |
| ? <i>Podogonium</i>                              | 2                    |                                              |         |            |          |        | Un fruit et une feuille.<br>Très bons.                                                                       |
| <i>Sophora europæa</i> , Ung.                    | 2                    | +                                            |         | +          | +        | +      |                                                                                                              |
| <i>Cassia Berenices</i> , Ung.                   | 1                    | +                                            | +       | (n)        |          | +      |                                                                                                              |
| » <i>hyperborea</i> , Ung.                       | 1                    | +                                            | +       | (n)        | +        | +      |                                                                                                              |
| » <i>lignitum</i> , Ung.                         | 3                    | +                                            |         | +          |          | +      | Feuille.                                                                                                     |
| » <i>ambigua</i> , Ung.                          | 1                    |                                              | +       | +          |          | +      |                                                                                                              |
| <i>Acacia parschlugiana</i> , Ung.               | 1                    |                                              | +       | +          |          |        |                                                                                                              |
| 21 espèces.                                      |                      | 14                                           | 15      | 12         | 12       | 13     |                                                                                                              |

## PLANTES FOSSILES

recueillies au Calvaire, dans la molasse grise, terrain langhien, pendant la construction du grand réservoir des eaux de la ville de Lausanne.

| ESPÈCES.                             | Nombre d'exemplaires | Trouvée ailleurs en Suisse dans les terrains |          |           |           |          | Observations |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------|----------|-----------|-----------|----------|--------------|
|                                      |                      | aquitanien                                   | langhien | helvétien | tortonien | œningien |              |
| <i>Populus melanaria</i> , H. . .    | 9                    | —                                            | —        | +         | +         |          |              |
| » <i>glandulifera</i> , H. . .       | 2                    | +                                            |          |           | +         | +        |              |
| » <i>balsamoides</i> , Gœpp.         |                      |                                              |          |           |           |          |              |
| var. <i>eximia</i> . . .             | 1                    | +                                            |          |           | +         |          |              |
| » <i>Laharpii</i> . . .              | 1                    | +                                            |          |           |           |          |              |
| » <i>crenulata</i> . . .             | 21                   | (n)                                          |          |           | +         | +        |              |
| » <i>Gaudini</i> , Fisch. . .        | 26                   | +                                            | +        |           |           |          |              |
| ? <i>Ficus Ruminiana</i> , H. . .    | 2                    | (n)                                          |          |           | +         | +        |              |
| ? » <i>sp.</i> . . . . .             |                      |                                              |          |           |           |          |              |
| <i>Cinnamomum lanceolatum</i> ,      |                      |                                              |          |           |           |          |              |
| Ung. sp.                             | 2                    | +                                            | +        | +         | +         |          |              |
| » <i>retusum</i> , Fisch. sp.        | 1                    | +                                            | +        | +         | +         | +        |              |
| » <i>polymorphum</i> , A. Br.        | 1                    | +                                            | +        | +         | +         | +        |              |
| » <i>Buchi</i> , H. . . . .          | 12                   | +                                            | +        |           | +         | +        |              |
| <i>Dryandroides lignitum</i> ,       |                      |                                              |          |           |           |          |              |
| Ung. sp.                             | 3                    | +                                            | +        | +         | +         | +        |              |
| » <i>acuminata</i> , Ung. sp.        | 1                    | +                                            | +        | +         |           |          |              |
| <i>Terminalia radobojana</i> , Ung.  | 1                    |                                              | +        |           |           |          |              |
| <i>Acer angustilobum</i> , H. . .    | 1                    | +                                            | +        | +         | +         |          |              |
| <i>Rhamnus rectinervis</i> , H. . .  | 6                    | +                                            | (n)      |           |           |          |              |
| » <i>Gaudini</i> , H. . . .          | 9                    | +                                            | +        |           |           |          |              |
| <i>Robinia Regeli</i> , H. . . .     | 1                    |                                              | +        | +         |           | +        | légume       |
| <i>Cassia phaseolites</i> , Ung. . . | 1                    | +                                            | +        | +         | +         | +        |              |
| 20 espèces et variétés.              | 11                   | 16                                           | 9        | 12        | 9         |          |              |

A Epalinges, les *Cinnamomum* forment l'immense majorité; après eux viennent les légumineuses. Ici les empreintes se font remarquer par leur petite taille, les peupliers eux-mêmes sont tous représentés par de petites feuilles. De ces 21 espèces, 3 sont douteuses ou indéterminées. Sur les 18 autres, 6 n'avaient pas encore été rencontrées dans les couches marines de notre molasse.

Des 19 espèces et variétés déterminées du Calvaire, trois seulement n'avaient pas encore été trouvées dans la molasse grise. Ce gisement se distingue par la prédominance des espèces à grandes feuilles et en particulier les peupliers qui forment à eux seuls la grande majorité. La conservation des empreintes laisse souvent à désirer à cause de la grossièreté du grès qui les renferme.

PH. DE LA HARPE, doct<sup>r</sup>.



## PROCÈS-VERBAUX.

SÉANCE DU 7 NOVEMBRE 1874  
au Musée Industriel.

Présidence de M. CUÉNOUD, président.

Secrétaire : M. le D<sup>r</sup> LARGUIER.

Le procès-verbal de la séance du 4 juillet est lu et adopté.

Un grand nombre d'ouvrages arrivés pendant les vacances sont déposés sur le bureau ; dans le nombre, M. le Président mentionne un ouvrage sur les *Fourmis de la Suisse*, offert à la Société par M. le D<sup>r</sup> A. Forel et deux brochures : *Expériences sur la température du corps humain* et *Faune profonde du lac Léman*, offertes par l'auteur, M. le Prof. F.-A. Forel. Des remerciements sont adressés aux auteurs.

M. le Président annonce la démission de M. L. MONNET, et le congé accordé à M. J. BRYNER. Messieurs ERNEST LEHR, professeur et HENRI DE BLONAY, ingénieur, présentés à la séance du 4 juillet, ont été admis comme membres ordinaires. Sont présentés à nouveau en cette qualité :

MM. ALOYS VAN MUYDEN, ingénieur, par M. Ph. de la Harpe ;  
ELISÉE RECLUS, géographe, par M. A. Javelle ;  
HENRI DUFOUR, instit<sup>r</sup> à Vevey, par M. Oetli ;  
ALBERT GILLIÉRON, instit<sup>r</sup>, par M. Ch. Dufour, prof<sup>r</sup>.

M. le Président fait part à l'Assemblée de la décision prise par le Comité de faire l'acquisition du fonds de la bibliothèque de feu de Charpentier.

Il termine en rappelant la perte sensible qu'a faite notre Société dans la personne de H<sup>ri</sup> Cauderay, inspecteur des télégraphes.

### COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES.

M. F. Forel, prof., continue l'exposé de ses recherches sur les seiches du lac Léman et d'autres lacs suisses. (Voir aux mémoires).

M. Ch. Dufour, prof., présente : 1<sup>o</sup> un morceau de puddingue de formation récente provenant de la route de Montreux, ce sont des cailloux d'éboulis reliés entre eux par des dépôts tuffeux.

2<sup>o</sup> Une carte du glacier du Rhône, levée en août 1874 et qui montre que depuis 4 ans, le glacier a reculé de 280 mètres. Depuis le mois d'août, 30 mètres ont encore disparu, au dire d'un voyageur, Le recul des glaciers s'accroît certainement depuis quelques années. Les habitants de cette partie des Alpes l'attribuent au tremblement de terre de 1855.

M. Fraisse. Le phénomène du recul des glaciers paraît avoir une certaine périodicité. Déjà autrefois, Venetz père attira sur ce point l'attention des géologues.

M. Curchod, forestier, pense que le drainage et la fumure des champs, pratiqués maintenant sur une beaucoup grande échelle qu'autre fois, peuvent avoir une certaine influence sur la fonte des glaces en diminuant la masse des eaux et des vapeurs et en réchauffant l'atmosphère.

M. Renevier, prof., rappelle, à propos du mouvement des glaciers, que de Charpentier avait calculé que 200 années de progression pareille à celle observée de 1810 à 1817, suffiraient à ramener les glaciers au pied du Jura.

M. Renevier rend compte de sa mission à Coire comme délégué à l'assemblée de la Société helvétique des sciences naturelles.

M. F. Forel, prof., annonce que, sur 24 cygnes nés cette année à Genève, Nyon, Rolle et Morges, 6 ont présenté cette particularité d'être recouverts d'un duvet blanc. L'un d'eux, tué accidentellement à Morges, a été envoyé au Musée à Lausanne.

M. Forel donne ensuite quelques renseignements sur l'apparition du *Phylloxera vastatrix* dans les vignes de Pregny.

M. Borgeaud, prof., entretient l'assemblée du congrès récemment tenu à Montpellier pour étudier les moyens de préserver les vignes de cet insecte. Il est résulté des différentes observations faites sur les lieux par des savants et des viticulteurs français, que les meilleurs prophylactiques sont l'inondation, la fumure ou l'ensablement des vignes.

# SÉANCE DU 25 NOVEMBRE 1874

au Musée Industriel.

Présidence de M. CUÉNOUD, président.

Secrétaire : M. le D<sup>r</sup> LARGUIER.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.



M. le Président indique les ouvrages reçus et annonce que les candidats présentés dans la dernière séance sont reçus membres de la Société; la candidature de M. W. GRENIER, prof., est présentée par M. S. Cuénoud, prof.

Il donne ensuite lecture d'une lettre de M. Alexandre Agassiz, en réponse à celle qui lui avait été adressée par le Comité lors de la mort de son père, M. le prof. Agassiz.

M. Guillemain, ing<sup>r</sup>, demande l'échange de notre Bulletin avec celui de la Société scientifique et industrielle de Marseille. Renvoyé au Comité.

#### COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES.

M. le Dr Ph. de la Harpe donne la liste des plantes fossiles recueillies dans la molasse d'eau douce du Calvaire et dans la molasse marine d'Epalinges. (Voir aux mémoires).

M. Renevier, prof., fait remarquer que la communication de M. de la Harpe comble une lacune dans notre paléophytologie. C'est en effet la première fois qu'on indique une flore spéciale à notre molasse marine.

M. Cuénoud prof., donne lecture d'une lettre de M. le Dr Brière, à Yverdon, demandant que notre Société s'intéresse à l'étude scientifique des lacs du Jura comme elle l'a fait pour le lac Léman. Après une courte discussion, l'affaire est renvoyée au Comité qui fera rapport à la Société.

M. Renevier, prof., lit un mémoire de M. Maurice DE Tribolet, sur une nouvelle espèce de Crustacés du Valangien de Ste-Croix et en demande l'insertion au Bulletin. Renvoyé au Comité.

**M. W. Fraisse**, ing<sup>r</sup>, donne quelques détails sur les dislocations produites sur les bords du lac de Bienne ensuite de l'abaissement des eaux. Ces affaissements avaient du reste été prévus et prédits par les géologues bernois, MM. Studer, Lang et Gilliéron.

**M. Schnetzler**, prof., entretient l'assemblée du *Phylloxera vastatrix*, considéré à un point de vue purement zoologique. (Voir aux mémoires).

**M. Schnetzler** montre un exemplaire desséché du *Doriphora decemlineata*, coléoptère américain qui cause actuellement de grands ravages dans les plantations de pommes de terre de certains Etats de l'Union.

**M. Guillemin**, ing<sup>r</sup>, démontre que les oscillations lentes produites dans certaines mers par les agrégations de polypiers peuvent expliquer certains soulèvements de montagne.

**M. Renevier**, prof., donne quelques renseignements sur le transfert du musée de géologie au bâtiment morave. Les quatre salles qui le composent seront avant peu ouvertes au public; deux sont consacrées aux collections de géologie générale et locale, et deux autres, pour l'arrangement desquelles MM. Ph. de la Harpe et Goll ont bien voulu prêter leur concours, sont affectées à la Paléontologie et à la Minéralogie.

SÉANCE DU 5 DÉCEMBRE 1874

au Musée industriel.

Présidence de M. le D<sup>r</sup> LARGUIER, secrétaire.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté.

Il est donné lecture des lettres de démission de MM. VAUTIER, ingénieur à Lausanne, et FONTANNES, vétérinaire à Montreux.

M. WILLIAM GRENIER, prof., présenté dans la dernière séance, est proclamé membre de la Société.

### COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES.

M. Brunner, prof., démontre expérimentalement un nouveau moyen de produire la combustion du soufre dans le gaz oxygène. Ce dernier arrive directement du gazomètre dans la partie renflée d'un tube en verre où l'on a placé le soufre. Il suffit de chauffer ce tube avec la flamme d'une lampe pour amener la combustion du métalloïde.

M. Brunner présente ensuite un flacon contenant de l'acétate de phényle, préparé en traitant le phénol par le chlorure d'acétyle. Il se forme en outre de l'acide chlorhydrique. Le liquide ainsi obtenu est incolore, entre en ébullition à  $180^{\circ}$  et possède le même indice de réfraction que le verre de sodium allemand. Aussi une baguette de cette dernière substance plongée dans le flacon y est-elle presque invisible.

M. Brunner donne quelques détails sur certains produits de substitution de la série aromatique qu'il est maintenant occupé à étudier. En traitant le iodure de benzyle par le nitrite d'argent, il a obtenu d'un corps de la formule  $C^6H^5CH^2NO^2$ , liquide, bouillant à  $180^{\circ}$ . En traitant ce liquide par le pentachlorure de phosphore, on n'obtient pas la réaction observée généralement lors de la combinaison de ce dernier corps avec les oxydrides, mais on obtient un composé que M. Brunner n'a pas encore défini, et remarquable par son point d'ébullition très élevé.

---

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 19 DÉCEMBRE 1874  
au Musée industriel.

Présidence de M. CUÉNOUD, président.

Secrétaire : M. le Dr LARGUIER, secrétaire.

Le procès-verbal de la séance précédente est adopté.

M. le Président donne connaissance des lettres de démission de MM. CH. MARGUERAT, CONST. MONOD et HENRI DE MESTRAL. Il indique ensuite les ouvrages reçus ; parmi ces derniers, M. le Président mentionne un compte-rendu des observations de déclinaison magnétique faites à l'observatoire de Travancore, par Monsieur JOHN-ALLAN BROWN, ancien membre de notre Société. L'ouvrage, dont la suite nous est également annoncée, est offert à la Société par le Maharajah de Travancore auquel des remerciements seront adressés.

L'ordre du jour amène la discussion de quelques questions administratives.

1°. Fixation des jours et heures des séances pour 1875.

M. le Président dépose au nom du bureau un préavis en faveur du rétablissement de l'ancien état de choses, fixant les séances au 1<sup>er</sup> et 3<sup>e</sup> mercredi de chaque mois, à 8 et 4 h. du soir. Il propose également que toutes les séances aient lieu au Musée Industriel.

M. BRÉLAZ, prof. voudrait que les séances du soir se fissent au grand auditoire de pharmacie où l'on pourrait profiter du laboratoire attenant. Après une courte discussion, la Société adopte les propositions du Comité. Il reste également entendu qu'en cas exceptionnel, et à la suite d'un avis publié dans les journaux, le lieu des séances pourrait être changé.

2°. Discussion du budget pour 1875. Le projet suivant, présenté par le Comité, est adopté par la Société.

| RECETTES.                  | DÉPENSES.                         |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Contributions . . . . 2200 | Bulletin . . . . . 3600           |
| Entrées . . . . . 50       | Bibliothèque { dépens. génér. 500 |
| Loyers à percevoir . . 785 | { de Rumine . 600                 |
| Tirages à part . . . . .   | Administration . . . 450          |
| Intérêts . . . . . 3810    | Loyer . . . . . 1200              |
| Bulletins vendus . . . 20  | Etude du Léman . . 200            |
| Recettes diverses . . 60   | Observ. météorolog. 300           |
| (Soc. de Médecine, etc.)   | Mobilier et impress. 75           |
| <hr/> 6925 <hr/>           | <hr/> 6925 <hr/>                  |

3°. Nomination du président, du vice-président et de l'un des trois membres du Comité, en remplacement de M. Fraisse, membre sortant.

*Président.* — Votants 38; majorité 20; — est nommé M. E. RENEVIER, prof., par 25 votants.

*Vice-président,* — Votants 45; majorité 23. M. BRUNNER, prof., est nommé au 3<sup>e</sup> tour de scrutin par 26 votants.

*Membre du comité.* — M. FRAISSE est réélu au deuxième tour de scrutin.

4°. Nomination de commissaires-vérificateurs. Il est procédé à leur nomination par acclamation. Messieurs Borgeaud, Cuénod et Piccard, com<sup>re</sup> gén<sup>l</sup>, obtiennent le plus grand nombre de voix.

### COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES.

M. Marguet, prof., annonce la publication dans le pro-

chain Bulletin, d'un mémoire sur la résolution d'un problème indéterminé par M. Chavannes, ancien pasteur.

**M. du Plessis**, prof., fait passer quelques flacons renfermant diverses espèces de *Salpes* (Tuniciers flottants) des deux formes. Ces spécimens, que M. du Plessis a recueillis l'été dernier à Villefranche, sont préparés à l'acide osmique ou à la liqueur de Owen; ils sont destinés à une collection de démonstration pour les cours de notre faculté des sciences.

**M. Forel**, prof., donne quelques renseignements sur l'habitat de certains animaux de la faune profonde du lac ainsi que sur la transparence de ses eaux. (Voir aux mémoires d'un prochain Bulletin).

M. Kamm pense que la fonte des neiges peut altérer la transparence des eaux du lac en y entraînant des terres et du sablon.

**M. Forel**. Cette interprétation n'est pas absolument à l'abri de toute critique; la température de l'eau du lac est toujours plus élevée à la surface, et la différence de densité qui en résulte force l'eau du Rhône à s'écouler dans les couches profondes.

**M. L. Dufour**, prof., rappelle que la température de l'eau a une influence sur sa transparence, c'est ce qu'ont prouvé les expériences de M. Wild, actuellement à St-Pétersbourg, et de Scoresby dans les mers polaires. Le coefficient de transparence pour un mètre d'eau est plus fort pour l'eau froide que pour l'eau chaude.

**M. Elisée Reclus** constate que les eaux très chaudes peuvent aussi présenter une grande transparence; c'est ainsi que dans les mers des Antilles on peut voir descendre une assiette jusqu'à 28 mètres de profondeur.

**M. CUÉNOUD**, prof., président sortant de charge, clôt la séance en adressant quelques paroles d'adieu aux membres de l'assemblée.

---

SÉANCE DU 6 JANVIER 1875

au Musée Industriel.

Présidence de **M. RENEVIER**, président.

Secrétaire intérimaire : **M. BIELER**.

Le secrétaire étant absent, le procès-verbal de la séance du 19 décembre sera lu dans la prochaine séance

Le Président donne l'indication des ouvrages reçus pendant la dernière quinzaine ; puis il fait lecture d'une circulaire de l'Académie royale des sciences de Belgique indiquant l'ouverture d'une souscription pour élever un monument à Ad. Quetelet. Vu l'état de nos finances, le Comité ne peut pas demander à la Société de s'associer à cette œuvre, mais il fait circuler parmi les membres la liste de souscription envoyée de Bruxelles.

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES.

**M. J. Marguet**, prof., présente à la Société une note sur un problème mathématique destiné au prochain Bulletin.

**M. J. Marguet** donne le résultat des observations météorologiques de l'année 1873-1874 faites à l'Observatoire de Lausanne. (Voir aux mémoires).

**M. Behrens**, fils, expose un certain nombre d'échantillons d'*ozokérite* ou paraffine native de Galicie ; il indique

les propriétés de ce corps d'après les renseignements fournis par le dictionnaire de Wurtz.

M. Guillemin demande quelle est l'origine de la formation de cette substance.

MM. Behrens et Renevier indiquent les rapports qu'il y a entre les gisements de l'ozokérite et ceux du pétrole.

M. Fraisse entretient la Société des travaux d'abaissement du lac de Bienne et en particulier des éboulements qui se sont produits près de Douane à la suite de cet abaissement.

M. L. Dufour, prof., fait un exposé relatif aux expériences de M. Cornu pour arriver à connaître la vitesse de la lumière et de l'application des résultats à la détermination de la distance du soleil à la terre.

M. Gonin demande si l'on peut apprécier la différence de vitesse de la lumière dans le vide et dans l'atmosphère.

M. Dufour répond que l'indice de réfraction permet d'établir la correction relative à cette différence.

---

SÉANCE DU 20 JANVIER 1875

au Musée industriel.

Présidence de M. RENEVIER, président.

Secrétaire : M. le Dr LARGUIER.

Les procès-verbaux des séances du 19 décembre 1874 et du 6 janvier 1875 sont lus et adoptés.

M. le Président indique les ouvrages reçus depuis la dernière séance, parmi lesquels les numéros du *Progrès*



*Médical* de 1874, offerts par M. Elisée Reclus; des remerciements lui sont adressés.

Il donne ensuite lecture d'une lettre du rédacteur en chef du journal l'*Institut*. Les propositions renfermées dans cette lettre seront étudiées par le Comité, qui préavisera.

### COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES.

M. W. Grenier, prof., présente à l'assemblée une étude théorique et comparative sur deux manomètres amplificateurs destinés à la mensuration de pressions gazeuses de faible intensité.

M. E. Renevier, prof., fait passer quelques planches destinées au Bulletin et représentant l'*Anthracotarium* de Rochette.

M. F. Forel, prof., donne quelques renseignements sur les sondages qu'il a opérés aux lacs de Joux et montre des échantillons du limon et de la faune de ces lacs.

M. Curchod, inspecteur forestier, fait part d'une anomalie végétale assez rare qu'il a observée sur le tronc d'une jeune *epicea* dont l'extrémité avait été coupée. Dans l'échantillon que M. Curchod met sous les yeux de la Société, des couches de bois et d'écorce ont complètement recouvert la surface de la section; ce fait, qui se rencontre quelquefois sur le sapin blanc, n'avait pas encore été signalé chez l'espèce dont il s'agit.

M. Gallandat, commissaire-arpenteur, présente une abaque de son invention au moyen de laquelle on peut additionner et soustraire des nombres jusqu'à 999 millions.

---

SÉANCE DU 3 FÉVRIER 1875

au Musée industriel.

Présidence de M. RENEVIER, président.

Secrétaire : M. le Dr LARGUIER.

Le procès-verbal de la séance du 20 janvier est lu et adopté.

M. le Président annonce la démission de M. CENTURIER, pasteur à Rolle, et donne la liste des ouvrages reçus depuis la dernière séance.

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES.

M. Schnetzler, prof., donne quelques renseignements sur une nouvelle espèce de Phylloxera, le *P. Kraftii*, découvert dans le canton de Schaffhouse.

M. Piccard, comm<sup>re</sup>-général, décrit une nouvelle espèce de siphon.

M. Renevier parle d'une visite qu'il a faite, en revenant de la Société helvétique des sciences naturelles à Coire, aux exploitations de lignites feuilletés de Wetzikon (Zurich) et dans laquelle il a pu constater leur superposition incontestable à la boue glaciaire la mieux caractérisée!

SÉANCE DU 17 FÉVRIER 1875

au Musée industriel.

Présidence de M. RENEVIER, président.

Secrétaire : M. le Dr LARGUIER.

Il est donné lecture d'une lettre de M. Gallandat, commis<sup>re</sup>-arpentr, relative au procès-verbal de la séance

du 20 janvier. Il sera fait droit à la réclamation de M. Gallandat.

M. le Président annonce ensuite à la Société la perte qu'elle vient de faire en la personne d'un de ses membres honoraires, M. J<sup>n</sup>-B<sup>e</sup> d'Omalius d'Halloy, mort le 15 janvier 1875, à l'âge de 92 ans.

M. le Président mentionne les ouvrages reçus et qui déposent sur le bureau.

### COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES.

M. F. Forel, prof., expose la théorie de la respiration chez les animaux qui vivent dans les profondeurs des eaux et démontre comment ils peuvent passer de ce milieu à la surface sans rompre l'équilibre des phénomènes vitaux.

M. L. Dufour, prof., présente des cartes météorologiques publiées à Copenhague par M. Hoffmeyer. Ces cartes embrassent une fraction considérable de la surface du globe. — M. Dufour y relève, pour les mois de décembre 1873 et janvier 1874, les faits suivants : pendant ces 60 jours, l'Europe centrale et méridionale présente une forte pression barométrique ; cette pression était moindre dans le nord où l'air était également beaucoup plus agité. Le jour de l'équinoxe, 20 mars 1874, on a noté une forte baisse barométrique en Angleterre, dans la mer du Nord et dans la Baltique. Le baromètre était au contraire très haut en Sibérie,

M. Dufour présente ensuite un petit appareil dans lequel des baguettes de caoutchouc durci servent à démontrer les phénomènes fondamentaux de l'électricité d'une manière beaucoup plus évidente que cela ne peut se faire avec les boules de sureau.

**M. Carchod**, forestier, fait circuler des excroissances trouvées sur les branches d'un frêne et qu'il attribue à un développement anormal d'inflorescences surprises par la gelée du printemps dernier.

**M. Forel**, prof., montre quelques échantillons d'un ver à soie du chêne, originaire de la Chine, le *saturnia Pernii*, qui semble devoir promettre davantage à l'industrie sericicole que le *S. Yama mai*. Cet insecte vit dans le nord de la Chine et pourrait être élevé chez nous dans des localités où la vigne ne peut pas croître, telles que le pied du Jura et le Gros de Vaud. La seule difficulté qui se soit présentée pour l'introduction de ce ver, c'est qu'il donne deux générations par an ; M. le Dr Stierlin, de Schaffhouse, est arrivé à supprimer l'une de ces générations en plaçant les œufs de la seconde ponte dans une glacière. Il obtient de cette manière une éclosion unique qui a lieu au printemps, c'est-à-dire à l'époque où les feuilles du chêne peuvent être exploitées.

---

SÉANCE DU 3 MARS 1875

Présidence de M. RENEVIER, président.

Secrétaire : M. le Dr LARGUIER.

Les procès-verbaux des séances du 3 février et du 17 février 1875 sont lus et adoptés.

M. le Président annonce à l'assemblée le décès d'un de nos membres honoraires, le professeur Argeländer, mort à Bonn.

M. le Président indique ensuite les ouvrages reçus depuis la dernière séance et donne lecture d'une lettre de

**M. Ed. COURT**, pharmacien à Yverdon, demandant à faire partie de la Société; **M. COURT** est présenté par **M. le Dr Larguier**.

### COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES.

**M. Schnetzler**, prof., donne quelques renseignements sur le nouveau parasite de la vigne signalé dans le canton de Schaffhouse et qu'on avait cru pouvoir rattacher au genre *Phylloxera* sous le nom de *Ph. Kraftii*. Il paraîtrait, d'après les recherches de MM. Vogt et Monnier, que cet insecte appartient à la famille des coccidées. Quant au véritable *Phylloxera*, sa présence a été positivement constatée dans le canton de St-Gall.

**M. Schnetzler** entretient ensuite l'assemblée de l'action du borate de soude sur certains ferments et rapporte quelques expériences qu'il a faites à ce sujet. (Voir aux mémoires).

**M. E. Renevier**, prof., rend compte de l'ouvrage de **M. Stanislas Meunier**, intitulé : *Cours de géologie comparée*, que le Comité l'avait prié de bien vouloir examiner.

**M. Aloïs van Muyden**, ingénieur, parle des perfectionnements apportés à la fabrication du bronze à canon par le général autrichien d'Uchatius.

**M. Pierrotti** présente quelques fossiles du Mokattan; il montre également des fragments du tronc pétrifié de la *Nicolia ægyptiaca*, malvacée de l'époque tertiaire, dont on trouve des forêts entières à quelques kilomètres du Caire,

---

SÉANCE DU 17 MARS 1875

au Musée industriel.

Présidence de M. RENEVIER, président.

Secrétaire: M. le Dr LARGUIER.

Le procès-verbal de la séance du 3 mars est adopté.

M. Ed. COURT, pharmacien à Yverdon est proclamé membre effectif de la Société.

M. le Président donne la liste des publications déposées sur le bureau.

### COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES.

M. L. Dufour, prof., continue l'exposé de ses recherches sur la diffusion des gaz à travers les parois poreuses (Voir aux mémoires).

M. Schnetzler, prof., donne la suite de ses expériences sur les propriétés anti fermentescibles du borax (Voir aux mémoires).

M. Leresche demande si l'on utilise les propriétés du borax pour le traitement de certaines affections graves.

M. le Dr Marc Dufour. Le borax est employé dans quelques maladies parasitaires; on n'est pas encore arrivé à des résultats concluants lorsque on l'a opposé à des affections graves.

M. Renevier, prof., communique l'extrait suivant d'une lettre qu'il a reçue dernièrement de Fleurier (Val de Travers).

« Lorsque nous fîmes, en août dernier, notre promenade à St-Sulpice, vous m'aviez signalé diverses bandes de terrain situées au-dessus du tunnel de la route de

France, et par conséquent en face de la carrière à ciment jusqu'alors exploitée. J'ai transmis votre opinion au propriétaire d'un bâtiment voisin, homme actif et entreprenant. Il a fait venir M. Jaccard, votre collègue en géologie, qui à son tour a cru pouvoir affirmer l'existence de ciment aux endroits en question. Mon homme a acheté bravement les terrains, à un prix très favorable ; puis il a fait exécuter des sondages sur une certaine échelle. Le résultat obtenu est superbe ! Des échantillons de marne à ciment ont été envoyés à des chimistes de Berlin, qui déclarent le produit égal en qualité, sinon supérieur, aux meilleurs ciments connus. Il est maintenant question de fonder une société par actions, et de faire sur une vaste échelle concurrence au fameux Portland. Il y a des chances de succès, le ciment étant en immense quantité, et à proximité presque immédiat de la route, au lieu d'en être éloigné de 20 minutes comme c'est le cas de la carrière actuelle.

« En résumé c'est une bien belle chose que la science, et je vous prie d'accueillir mes bien sincères félicitations. »

M. Renevier présente ensuite divers ossements trouvés dans le tunnel que l'on perce au travers de la colline de Montbenon à Lausanne. Ce sont :

1°. Des os de petite taille qui paraissent, d'après la détermination de M. le prof<sup>r</sup> Rutimeyer, de Bâle, appartenir au renard ordinaire. Ceux-ci ont été trouvés dans une couche de sablon reposant immédiatement sur la boue glaciaire à 10<sup>m</sup> environ de l'ouverture nord du tunnel.

Cette couche ne paraît pas présenter des traces de remaniement.

2°. Une mâchoire et un os humains avec quelques os plus petits, trouvés tout à fait à l'entrée nord du tunnel,







immédiatement au dessus de la boue glacière, mais malheureusement dans un terrain évidemment rapporté.

M. F. Forel, prof., entretient l'assemblée de la cause des seiches (Voir aux mémoires).

M. le Dr Berthelot fait remarquer qu'on a noté plusieurs fois la coïncidence entre les seiches et les tremblements de terre ; les unes peuvent donc être considérées comme la conséquence des autres.

M. Elisée Reclus admet cette dernière théorie comme excessivement probable dans beaucoup de cas ; il lui paraît cependant difficile que les tremblements de terre d'Arica puissent avoir une influence sur nos lacs, alors que leur effet a été absolument nul sur les côtes de France.

M. Ch. Dufour, prof., à Morges, rappelle que le tremblement de terre de Lisbonne se fit fortement sentir en Suisse.

M. le colonel Burnier développe une formule qui lui permet de calculer, pour une année quelconque, la date de la pleine lune pascalle, et cela jusqu'à l'année 4999 de notre ère.



## LISTE DES LIVRES REÇUS.



Séance du 25 novembre 1874.

*Soc. des sc., de l'agricult. et des arts de Lille.* — Mémoires, vol. XII-XIII.

*Edinburgh Geological Society* — Transactions, vol II, Part. III.

*Académie de Stanislas.* — Mémoires; 4<sup>e</sup> série, tom. VI.

*Geological Society of London.* — Quarterly journal. N<sup>o</sup> 120,

*Soc. d'hist. natur. de Colmar.* — Bulletin, 14<sup>e</sup> et 15<sup>e</sup> années, 1873-74.

*Zoological society of London* — Proceedings, 1874, Part. II-III.

*Naturwissensch. Verein von Neu-Vorpommern und Rügen.* — 5<sup>ter</sup>-6<sup>ter</sup> Jahrg.

*Soc. géologique de France.* — Bulletin, 3<sup>e</sup> série, tom. III, N<sup>o</sup> 5.

*R. comitato geologico d'Italia.* — Bolletino N<sup>os</sup> 9-10.

*Soc. des sciences physiques et naturelles de Bordeaux.* — Extrait des procès-verb. du t. X. pag. 9-19.

Ch. MONTIGNY. — Nouvelles recherches sur la fréquence de la scintillation des étoiles.

Séance du 5 décembre 1874.

*Naturforsch. Verein in Brünn.* — Verhandlungen. Bd. XII, Heft. 1-2.

*K. k. geolog. Reichsanstalt.* — Jahrbuch, Bd. XXIV, N<sup>o</sup> 3; — Verhandlungen 1874, 12-13.

Séance du 19 décembre 1874.

*Soc. d'émulation d'Abbeville.* — Mémoires, 3<sup>e</sup> série, 1<sup>er</sup> vol.

*Acad. des sc., arts et belles-lettres de Dijon.* — Mémoires, 3<sup>e</sup> série, tom. I, 1871-73.

*Trevandrum magnetical Observations.* — Volume 1 (Présenté à la société par S. A. le Maharajah de Travancore).

*Wetterauische Gesellsch. für Naturkunde in Hanau.* — Bericht. 1 Jan. 1868. — 31 Dec. 1873.

*Soc. industrielle de Mulhouse.* — Bulletin, sept. 1874.

*Conseil fédéral.* — Rapport mensuel N° 23 sur l'état des travaux de la ligne du St-Gothard au 31 oct. 1874.

*Soc. linnéenne du nord de la France.* — Bulletin mensuel, N° 29-30.

ROSA SIMONOWITSCH. — Ueber Hyoscyamin und dessen Bedeutung für die Augenheilkunde.

F.-A. FOREL. — Rapport adressé au Département de l'Intérieur du canton de Genève sur les mesures à prendre contre le Phylloxera dans les vignes de Pregny, déc. 1874.

H. DOR. — Bericht über die Wirksamkeit der Berner Naturf. Gesellsch. 1 Jan. 1873 — bis Ende März 1874.

Séance du 6 janvier 1875.

*Royal Irish Academy.* — Proceedings, vol I, série II, N° 1, 7-9. — Transactions, vol. XXIV. Part. 9 : XXV, Part 4-9.

*Soc. d'agric., sc. et arts de la Sarthe.* — Bulletin, II<sup>e</sup> série tome XIV.

*Soc. florimontane d'Annecy.* — Revue savoisiennne 1874, N° 12.

*Circolo geografico italiano.* — Pubblicazioni ; sesto bimestre 1874.

*Soc. des natur. de la Nouvelle-Russie.* — Memoires, vol. II, liv. 2-3. 1873-74. — Protocole des séances 1873-1874. — Rapport sur les excursions faites en Crimée pendant l'été de 1873, par Richavi.

*Soc. entomologique de Belgique.* — Compte-rendu, N° 6, 5 déc. 1874,

ALB. KELLIKER. — Die Pennatulide umbellula und zwei neue Typen der Alcyonarien.

Dr DOR. — Die Schule und die Kurzsichtigkeit.

RENUCCI. — Thèse inaugurale sur la découverte de l'insecte qui produit la contagion de la galle, etc. 1835. (*Don de M. Bieler*).

Séance du 20 janvier 1875.

*Soc. helvét. des sc. natur.* — Nouveaux mémoires, tom. XXVI, 1874. — Actes, 86<sup>e</sup> session ; Schaffouse 1873.

- Id.* — Schweiz. meteor. Beobacht. Nov. 1873.  
*Société impériale des natural. de Moscou.* — Nouveaux mémoires, tom. XIII, livr. 4.  
*Soc. royale des sc. à Upsal.* — Nova acta; série III, vol. IX, fasc. I. — Bulletin météorol. vol. V. 7-13.  
*Conseil fédéral.* — Rapport mensuel, N° 24, sur l'état des travaux de la ligne du St-Gothard.  
 • *Königl. preuss. Akademie der Wissensch. zu Berlin.* — Monatsbericht Sept. und Oct. 1871.  
*Deutsch. geolog. Gesellschaft.* — Zeitschrift, Bd. XXVI. Heft 3.  
*Soc. industr. de Mulhouse.* — Bulletin, nov. 1874.  
*Soc. entomologique de Bruxelles.* — Compte-rendu, série II, N° 7.  
*Le Progrès médical*, journal de médecine, de chirurgie et de pharmacie. nos 28-52, 1874 (*Don de M. E. Reclus*).  
 FÉLIX PLATEAU. — Un mot sur le mode d'adhérence des mâles de dysticides aux femelles pendant l'acte de l'accouplement.  
*Id.* — Note sur un procédé pour donner ou pour rendre leur couleur rouge aux muscles conservés dans l'alcool.  
*Id.* — Un parasite de chéiroptères de Belgique (*Nycteribia Frauenfeldii*).  
 J. PLATEAU. — Sur une récréation mathématique.  
 COTTEAU. — Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques; session de Stockholm 1874.

Séance du 3 février 1875.

- Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften.* — Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg I-XXI, 1849-1871. (*Don de M. Elisée Reclus*).  
*Soc. de botanique de Luxembourg.* — Recueil des mémoires et des travaux, N° 1. 1874.  
*Naturwissenschaftlicher Verein zu Magdebourg.* — Abhandlungen, Heft 4-5. — Jahresbericht 3-4.  
*Soc. des jeunes naturalistes de Paris.* — Feuilles Nos 1-52, 1870-75.  
*Soc. malacologique de Belgique.* — Procès-verbal 1874, pag. 131-190.  
*Soc. linnéenne du N. de la France.* — Bulletin mensuel, Nos 31-32.  
*Soc. de géographie de Genève.* — Le Globe, tom. XIII, livr. 1-2.

- Soc. entomol. de Belgique.* — Compte-rendu, série II, N° 8,  
*Soc. géologique de France.* — Bulletin 1875, N° 1.  
*R. comitato geologico d'Italia* — Bolletino, N° 11-12.  
*Commission géodésique fédérale.* — Nivellement de précision.  
 5<sup>e</sup> livr.  
*Conseil fédéral.* — Rapport mensuel n° 25 sur l'état des travaux  
 de la ligne du St-Gothard.

Séance du 17 février 1875.

- Naturhist. Verein der preuss. Rheinlande und Westphalens.* —  
 Verhandlungen Jahrg. XXX 2, XXXI.  
*Nassauischer Verein für Naturkunde.* — Jahrbücher. Jahrg  
 XXVII-XXVIII.  
*Soc. géologique de France.* — Bulletin, 3<sup>me</sup> série, tom. II, n° 6.  
*Soc. malacologique de Belgique.* — Procès-verbal du 6 déc.  
 1874.  
*Soc. helvét. des sc. naturelles.* — Schweiz. meteor. Beobacht.  
 Octob. 1873.  
*Société florimontane d'Annecy.* — Revue savoisiennne 1874, n° 11 ;  
 1875, n° 1.  
 F. PLATEAU. — Notice sur Ch. Poelman, membre de l'Académie  
 de Belgique.

Séance du 3 mars 1875.

- Soc. scientifique industr. de Marseille.* — Bulletin, 1872. 1 vol ;  
 1873, 1-4 trim. ; 1874, 1-3 trim.  
*Manchester geological Society.* — Transactions, vol. XIII. Part.  
 6-8 ; 1874-75.  
*Soc. industr. de Mulhouse.* — Bulletin, déc. 1874.  
*Soc. des sc. / physiques et natur. de Bordeaux.* — Mémoires, t. I.  
 2<sup>e</sup> série.  
*Soc. des Ingénieurs civils.* — Mémoires, 27<sup>e</sup> année, 3<sup>e</sup> cah.  
*Soc. géologique de France.* — Bulletin 1873, t. I, pag. 441 à la  
 fin.  
 LÉON MALO. — Notice sur Eug. Flachat, Paris, déc. 1873.  
 ALPH. DE CANDOLLE. — Notice biographique sur Ch.-Fréd.  
 Meissner, nov. 1874.  
 STANISLAS MEUNIER. — Cours de géologie comparée. Paris 1874.

Séance du 17 mars 1875.

*Académie royale de Belgique.* — Mémoires des membres, in-4°, t. XL.

— Id. Mémoires couronnés et des savants étrangers, in-4°, tom. XXXVII et XXXVIII

— Id. Mémoires couronnés et autres mémoires, in-8°, t. XXIII.

— Id. Bulletins, t. XXXV-XXXVII.

— Id. Annuaire de 1874.

*Akad. der Wissensch. zu Berlin.* — Monatsbericht, nov. 1874.

*Geological Society of London.* — Quarterly journal n° 120 (bis).

*Soc. industrielle de Mulhouse.* — Bulletin, janv. 1875.

*Conseil fédéral.* — Rapport mensuel n° 26 sur l'état des travaux de la ligne du St-Gothard.

*Soc. florimontane d'Annecy.* — Revue savoisiennne 1875, n° 2.

*Soc. géologique de France.* — Bulletin, t. III, n° 2.

*Le progrès médical* ; 1875 ; n° 1-8 ; 10-11 (Don de M. E. Reclus).

*Soc. des jeunes naturalistes de Paris.* — Feuille n° 53.

A. QUETELET. — Annales météorologiques de l'Observatoire royal de Bruxelles, année 1873.

— Id. Congrès international de statistique, Bruxelles 1873.

— Id. Notices extraites de l'Observatoire royal de Bruxelles, pour 1874.

ERN. QUETELET. — La comète de Coggia, observée à Bruxelles.

— Id. Rapport sur l'Aréographie ou étude comparative des observations faites sur l'aspect physique de la planète Mars, par M. F. Terby.







12°/24.

BULLETIN  
DE LA  
SOCIÉTÉ VAUDOISE  
DES SCIENCES NATURELLES

Publié, sous la direction du Comité, par M. L. DUFOUR.

2<sup>e</sup> S. — Vol. XIII.

N<sup>o</sup> 72.

(Pages 1 à 301. — Prix : 6 fr.)

F.-A. FOREL. — Matériaux pour l'étude de la faune profonde du Lac Léman  
— 1<sup>re</sup> série comprenant :

|                                                                             | Pages. |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| <i>Forel.</i> Avant-propos . . . . .                                        | 1      |
| §§ I. — Topographie du Léman . . . . .                                      | 8      |
| II. — Nature du fond . . . . .                                              | 9      |
| III. <i>Risler et Walther.</i> — Limon du fond du lac. . . . .              | 12     |
| IV. <i>Forel.</i> — Méthode de dragage . . . . .                            | 17     |
| V. — Recherche des animaux . . . . .                                        | 19     |
| VI. — Conditions de milieu . . . . .                                        | 22     |
| VII. — Recherches photographiques, transparence de l'eau . . . . .          | 24     |
| VIII. <i>H. Chatelanat.</i> — Migrations des poissons du Léman. . . . .     | 36     |
| IX. <i>Forel.</i> — Sondages thermométriques . . . . .                      | 38     |
| X. <i>Forel et G. du Plessis.</i> — Esquisse de la faune profonde . . . . . | 46     |
| XI. <i>Forel.</i> — Aperçus de géographie zoologique . . . . .              | 58     |
| XII. <i>D. Monnier.</i> — Larves d'insectes . . . . .                       | 60     |

Suite de la Table des matières à la troisième page de la couverture.

(Chaque auteur est responsable de ses écrits).

LAUSANNE  
LIBRAIRIE ROUGE & DUBOIS, RUE HALDIMAND.

Juin 1874.



## COMITÉ POUR 1874.

---

MM. S. CUÉNOUD, prof., *Président*. (Ecole industrielle.)  
E. RENEVIER, prof., *Vice-Président*. (Haute-Combe.)  
J. LARGUIER, Dr, *Secrétaire*. (Rue de Bourg, 7.)  
S. BIELER, méd.-vétérin. (Tunnel, 8.)  
W. FRAISSE, ingénieur. (Belles-Roches, 1.)

---

## BIBLIOTHÈQUE

Montée de St-Laurent, n° 22, maison de la Société de consommation,  
est ouverte le **MERCREDI** de 6 à 10 h. du soir, et le **SAMEDI**  
de 2 à 10 heures, sauf pendant la durée de la séance.

---

Les membres de la Société qui seraient disposés à se dessaisir,  
en faveur de la Bibliothèque, de brochures ou d'ouvrages relatifs  
aux sciences naturelles, sont priés d'adresser leurs dons à M. le  
Bibliothécaire.

---

|                             |                                                                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Bibliothécaire,</i>      | M. MAYOR, prof. (22, Montée de St-Laurent, maison de la Société de consommation). |
| <i>Caissier,</i>            | » DUTOIT, banquier (rue du Midi).                                                 |
| <i>Editeur du Bulletin,</i> | » L. DUFOUR, prof. (Lucinge).                                                     |

---

On est prié de s'adresser à la librairie ROUGE & DUBOIS  
pour la rectification des adresses qui ne seraient pas exactes.

---



Suite de la Table des matières :

|                                                                                  | Pages. |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| XIII. <i>H. Lebert.</i> — Hydrachnides . . . . .                                 | 61     |
| XIV. <i>H. Vernet.</i> — Entomostracés. . . . .                                  | 94     |
| XV. <i>A. Brot.</i> — Mollusques. . . . .                                        | 109    |
| XVI. <i>G. du Plessis.</i> — Turbellariés . . . . .                              | 114    |
| XVII. <i>J.-B. Schnetzler.</i> — Algues . . . . .                                | 124    |
| XVIII. <i>J. Kubler.</i> — Diatomées . . . . .                                   | 126    |
| XIX. <i>Forel.</i> — Feutre organique. . . . .                                   | 133    |
| — <i>C. Vogt.</i> — Même sujet. . . . .                                          | 144    |
| — <i>J.-B. Schnetzler.</i> — Même sujet . . . . .                                | 146    |
| XX. <i>S. Clessin.</i> — Pseudidiums. . . . .                                    | 147    |
| XXI. <i>Forel.</i> — Liste provisoire des espèces animales et végétales. . . . . | 149    |
| XXII. — Dragage dans quelques lacs suisses . . . . .                             | 152    |
| L. DUFOUR. — Diffusion entre l'air sec et l'air humide . . . . .                 | 165    |
| E. RENEVIER. — Tableau des terrains sédimentaires. . . . .                       | 218    |
| RAPIN. — Passage de Vénus . . . . .                                              | 253    |
| PH. DE LA HARPE. — Nummulites de Crimée . . . . .                                | 267    |
| J.-B. SCHNETZLER. — Développement des larves de grenouilles . . . . .            | 273    |
| H. CAUDERAY. — Contrôleur électrique . . . . .                                   | 276    |
| PROCÈS-VERBAUX . . . . .                                                         | 283    |
| LIVRES RECUS . . . . .                                                           | 295    |
| E. RENEVIER. — Tableaux géologiques.                                             |        |

La Table des matières du volume XII paraîtra dans le prochain numéro du Bulletin.



# LIBRAIRIE ROUGE ET DUBOIS

RUE HALDIMAND, 4, LAUSANNE.

## OUVRAGES SCIENTIFIQUES NOUVEAUX.

- Manuel de chimie pratique, analytique, toxicologique, zoologique à l'usage des étudiants en médecine et en pharmacie** par E. RITTER, professeur. Vol. in-12 avec 123 figures. fr.
- Chimie inorganique élémentaire, leçons professées à la Faculté de médecine de Paris**, par E. GRIMAUD. Vol. in-12. fr.
- Instruction sur l'analyse chimique qualitative des substances minérales**, par G. STÄDELER, revue par KOLBE, prof. Leipzig, traduit sur la 6<sup>me</sup> édition allemande, in-12, rel. fr. 2
- Commentaires thérapeutiques du Codex medicamentarius, histoire de l'action physiologique et des effets thérapeutiques des médicaments**, par A. GUBLER, professeur à la Faculté de Paris. 2<sup>me</sup> édition, in-8, rel. . . . . fr.
- La chaleur, mode de mouvement**, par JOHN TYNDALL. 2<sup>me</sup> édition française, traduite de l'anglais sur la 4<sup>me</sup> édition, par l'abbé MOIGNO, in-12 . . . . . fr. 8
- La locomotion chez les animaux ou marche, natation et vol** suivie d'une dissertation sur l'aéronautique par J. BELL PETER GREW, professeur à Edimbourg, in-8, rel. 131 grav. . fr.
- Traité de botanique conforme à l'état présent de la science** par J. SACHS, professeur à Wurzburg, traduit de l'allemand sur la 3<sup>me</sup> édition et annoté par VAN TIEGHEM, in-8. 500 grav. dans le texte . . . . . fr.
- Eléments de géologie et de paléontologie**, par CH. CONTEJEUIL, professeur à Poitiers, in-8, rel. 457 grav. . . . . fr.
- Notice sur la hauteur des eaux du Lac d'après les observations faites à Genève de 1838 à 1873**, par E. PLANTAMOUR, professeur, in-4 . . . . . fr. 3
- Grundzüge der Geognosie und Geologie**, v. Dr GUSTAV LEONHARD, prof. in Heidelberg. 3<sup>te</sup> vermehrte Auflage, 8<sup>o</sup> mit 14 Holzschnitten . . . . . fr. 10
- Der Darwinismus und die Naturforschung**, Newton's und Cuvier's Beiträge zur Methodik der Naturforschung und zur Speciesfrage von Dr WIEGAND. Erster Band, in-8 . . . fr.
- Lehrbuch der Botanik für Mittel.-Schulen** von Dr PRANTZ, professeur in Wurzburg; 8<sup>o</sup> mit 186 figuren . . . fr.
- Les champignons comestibles**, par LOUIS FAVRE, professeur. 2<sup>me</sup> édition, planches coloriées, in-4, rel. . . . . fr.

LAUSANNE. — IMPRIMERIE ED. ALLENSPACH FILS.

1330  
1892.8.25-

BULLETIN  
DE LA  
SOCIÉTÉ VAUDOISE  
DES SCIENCES NATURELLES

Publié, sous la direction du Comité, par M. L. DUFOUR.

2<sup>e</sup> S. — Vol. XIII.

N<sup>o</sup> 73.

(Pages 305 à 475. — Prix : 3 fr.)

|                                                                       | Pages |
|-----------------------------------------------------------------------|-------|
| Ch. DUFOUR. — Images sur la surface des eaux . . . . .                | 305   |
| J. MARGUET et HIRZEL. — Observations météorologiques . . . . .        | 310   |
| J.-F. PICCARD. — Ventilation des caves . . . . .                      | 325   |
| H. BRUNNER. — Acides des fruits . . . . .                             | 341   |
| F.-A. FOREL. — Gloire sur le Léman* . . . . .                         | 357   |
| L. DUFOUR. — Observations siccimétriques . . . . .                    | 371   |
| J.-B. SCHNETZLER. — Accroissement du <i>Calla æthiopica</i> . . . . . | 376   |
| — Sur le pollen d' <i>Ephedra helvetica</i> . . . . .                 | 380   |
| — Champignon sur le plâtre . . . . .                                  | 382   |
| E. RENEVIER. — Géologie du sud de l'Afrique . . . . .                 | 384   |
| A. MERMOD. — Battements du cœur. . . . .                              | 391   |
| F.-A. FOREL. — Epizootie sur les perches du Léman . . . . .           | 400   |
| J. MARGUET et HIRZEL. — Observations météorologiques. . . . .         | 412   |
| Procès-verbaux. . . . .                                               | 435   |
| Livres reçus . . . . .                                                | 469   |
| Table des matières du vol. XII. . . . .                               |       |

(Chaque auteur est responsable de ses écrits).

Le N<sup>o</sup> 68 du Bulletin (janvier 1873) étant presque épuisé, le Comité rachèterait au prix inscrit sur la couverture (fr. 2,80) les exemplaires en bon état qu'on voudrait bien lui céder. — S'adresser au Bibliothécaire (22, montée de St-Laurent.)

LAUSANNE  
LIBRAIRIE ROUGE & DUBOIS, RUE HALDIMAND.

—  
Décembre 1874.





## COMITÉ POUR 1874.

---

MM. S. CUÉNOUD, prof., *Président*. (Ecole industrielle.)  
E. RENEVIER, prof., *Vice-Président*. (Haute-Combe.)  
J. LARGUIER, Dr, *Secrétaire*. (Rue de Bourg, 7.)  
S. BIELER, médi-vétérin. (Tunnel, 8.)  
W. FRAISSE, ingénieur. (Belles-Roches, 4.)

---

## BIBLIOTHÈQUE

Montée de St-Laurent, n°22, maison de la Société de consommation,  
est ouverte le MERCREDI et le SAMEDI de 2 à 10 heures du  
soir.

---

Les membres de la Société qui seraient disposés à se dessaisir,  
en faveur de la Bibliothèque, de brochures ou d'ouvrages relatifs  
aux sciences naturelles, sont priés d'adresser leurs dons à M. le  
Bibliothécaire.

---

*Bibliothécaire,* M. MAYOR, prof. (22, Montée de St-  
Laurent, maison de la Société de  
consommation).  
*Caissier,* DUTOIT, banquier (rue du Midi).  
*Editeur du Bulletin,* L. DUFOUR, prof. (Lucinge).

---

On est prié de s'adresser à la librairie ROUGE & DUBOIS  
pour la rectification des adresses qui ne seraient pas exactes.

---

530  
1.287-5  
cette.

# BULLETIN

DE LA

# SOCIÉTÉ VAUDOISE

## DES SCIENCES NATURELLES

Publié, sous la direction du Comité, par M. L. DUFOUR.

2<sup>e</sup> S. — Vol. XIII.

N<sup>o</sup> 74.

(Pages 476 à 718. — Prix: 5 fr.)

|                                                                            | Pages |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| F.-L. FRÉDÉRIC CHAVANNES. — Analyse indéterminée du 2 <sup>me</sup> degré. | 477   |
| F.-A. FOREL. — Seiches du lac Léman; 2 <sup>me</sup> étude.                | 510   |
| J. MARGUET et HIRZEL. — Obs. météorologiques                               | 587   |
| L. DUFOUR. — Diffusion hygrométrique                                       | 608   |
| J.-B. SCHNETZLER. — Action du Borax dans la fermentation                   | 642   |
| Id. Sur le Phylloxera vastatrix                                            | 649   |
| W. GRENIER. — Manomètre amplificateur                                      | 652   |
| MAURICE DE TRIBOLET. — Sur un Crustacé décapode macroure                   | 657   |
| F.-A. FOREL. — Le Phylloxera vastatrix dans la Suisse occid.               | 661   |
| L. DUFOUR. — Observations siccimétriques                                   | 684   |
| E. RENEVIER. — Sur le « Cours de géologie » de St. Meunier                 | 688   |
| PH. DE LA HARPE. — Plantes fossiles                                        | 692   |
| J. MARGUET et HIRZEL. — Tableau météorologique de janvier 1875.            |       |
| Procès-verbaux                                                             | 695   |
| Livres reçus                                                               | 714   |

(Chaque auteur est responsable de ses écrits).

Le N<sup>o</sup> 66 du Bulletin (janvier 1873) étant presque épuisé, le Comité rachèterait au prix inscrit sur la couverture (fr. 2,80) les exemplaires en bon état qu'on voudrait bien lui céder. — S'adresser au Bibliothécaire (22, montée de St-Laurent.)

### LAUSANNE

LIBRAIRIE ROUGE & DUBOIS, RUE HALDIMAND.

Mai 1878.



## COMITÉ POUR 1875.

---

- M. E. RENEVIER, prof., *Président*. (Haute-Combe.)  
H. BRUNNER, prof., *Vice-Président*. (Faculté de Pharmacie.)  
J. LANGUIER, Dr, *Secrétaire*. (Rue de Bourg, 7.)  
S. BIELER, méd.-vétérin. (Rue du Midi.)  
W. FRAISSE, ingénieur. (aux Jumelles.)
- 

## BIBLIOTHÈQUE

Montée de St-Laurent, n° 22, maison de la Société de consommation,  
est ouverte le MERCREDI et le SAMEDI de 2 à 10 heures du  
soir.

---

Les membres de la Société qui seraient disposés à se dessaisir,  
en faveur de la Bibliothèque, de brochures ou d'ouvrages relatifs  
aux sciences naturelles, sont priés d'adresser leurs dons à M. le  
Bibliothécaire.

---

*Bibliothécaire,* M. MAYOR, prof. (22, Montée de St-  
Laurent, maison de la Société de  
consommation).  
*Caissier,* DUTOIT, banquier (rue Pépinet).  
*Editeur du Bulletin,* L. DUFOUR, prof. (Lucinge).

---

On est prié de s'adresser à la librairie ROUSSEAU & DUBOIS  
(Luc) pour la rectification des adresses qui ne seraient pas exactes.

---

Le présent Bulletin, n° 74, est le dernier du Vol. XIII. La table  
des matières du Vol. XIII paraîtra avec le prochain Bulletin.

---







3 2044 106 294 010

Date Due

~~APR 1972~~

